

В.Е. Приходько, И.В. Иванов, Д.Г. Зданович,
Г.Б. Зданович, Д.В. Манахов., К. Инубуши

**Аркаим –
укрепленное поселение
эпохи бронзы степного
Зауралья:
почвенно-археологические
исследования**



ФГБУН Институт физико-химических и биологических
проблем почвоведения Российской академии наук
ФГБОУ ВПО Челябинский государственный университет
Чиба университет, Япония
ОГБУК Челябинский государственный историко-культурный
заповедник "Аркаим"

*В.Е. Приходько, И.В. Иванов, Д.Г. Зданович,
Г.Б. Зданович, Д.В. Манахов, К. Инубуши*

Аркаим — укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья: почвенно-археологические исследования

Москва
2014

**Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil
Science Russian Academy of Sciences
Chelyabinsk State University
Chiba University, Japan
Chelyabinsk State Historical and Cultural Reserve “Arkaim”**

*V.E. Prikhodko, I.V. Ivanov, D.G. Zdanovich,
G.B. Zdanovich, D.V. Manakhov, K. Inubushi*

Arkaim: the Bronze Age fortified settlement of the steppe Trans-Ural: soil-archaeological research

Moscow
2014

УДК 631.4

ББК 40.3

П77

П77 **Приходько В.Е., Иванов И.В., Зданович Д.Г., Зданович Г.Б., Манахов Д.В., Инубуши К.**

Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья: почвенно-археологические исследования. – М.: ФГУП Издательский дом "Типография" Россельхозакадемии, 2014. – 264 с. С резюме на английском языке.
ISBN

Рекомендовано к изданию Ученым советом ИФХиБПП РАН

Научный редактор – д. г. н. А.Л. Александровский.

Рецензенты – д. б. н. О.И. Худяков, д. г. н. Ю. Г. Чендев.

Укрепленное поселение Аркаим – выдающийся памятник эпохи бронзы Евразии, открыто в 1987 г. в Челябинской области. Это одно из 22 поселений синташтинской культуры (3700–4000 л. н.) Южного Зауралья. Его диаметр 170 м. Хорошо сохранилась планировка: внешний ров, развалы двух concentрических оборонительных стен с 66 жилищами. В них могло проживать до двух тысяч человек – древних металлургов и скотоводов. Аркаим – важная страница ранней истории индоевропейского населения степей. На основе изучения спорово-пыльцевых спектров и древних погребенных почв реконструированы экологические условия эпохи бронзы с большей тепло- и водообеспеченностью, чем современные. Изучены погребенные и современные почвы и растительность, изменения их свойств под влиянием погребения, антропогенных воздействий и заповедного режима. Обсуждается возможность существования древнего земледелия. В настоящее время Аркаим – заповедник, объект комплексных археологических, почвенных, ботанических и геологических исследований и популярный туристический объект.

Монография адресована археологам, почвоведом, географам, местным краеведам и всем, кого интересует история и природа нашей страны.

На переплете: раскопки поселений Аркаим и Калмыцкая Моленья, вид Аркаима с воздуха. Фото Г.Б. Здановича.

Исследования и публикация осуществлены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 09-05-92106-ЯФ_а; 13-05-00246а) и Чиба университета, Япония

© Коллектив авторов, 2014

© ФГБУН Институт физико-химических
и биологических проблем почвоведения РАН, 2014

**Prikhodko V.E., Ivanov I.V., Zdanovich D.G., Zdanovich G.B.,
Manakhov D.V., Inubushi K.**

**Arkaim – the Bronze Age fortified settlement of the steppe Trans-Ural:
soil-archaeological research. M.: Publishing House "Typography" RAAS.
2014. – 264 p. (In Russian with the extended English summary.)
ISBN**

Recommended for publication by the Academic Council of IPBPSS RAS

Science editor – Doctor of Geographical Sciences A.L. Alexandrovskiy.
Reviewers: Doctor of Biological Sciences O.I. Khudyakov, Doctor of
Geographical Sciences Y.G. Chendev.

Arkaim fortified settlement, an outstanding memorial of the Bronze Age in Eurasia, was opened in 1987 in Chelyabinsk region. This is one of the 22 settlements of Sintashta culture (3700–4000 B.P.) of the South Trans-Ural. Its diameter is 170 m. The planning is well-preserved: the outer ditch, ruins of two concentric defensive walls with 66 dwellings. Up to two thousand people, the old metallurgists and cattlemen, could live there. Arkaim is an important page of the early history of Indo-European population of the steppes. Based on the study of spore-pollen spectra and ancient buried paleosols ecological conditions of the Bronze Age with higher heat and water supply as compared to the current ones were restored. Ancient buried and modern soils, vegetation and changes of their characteristics under effect of burial, human impacts and reserve regime have been studied. It is discussed possible existence of ancient agriculture. Nowadays the Reserve Arkaim is an object of complex archaeological, soil, botanical and geological studies and a popular tourist attraction.

The monograph is addressed to archaeologists, soil scientists, geographers, local ethnographers and all those interested in history and nature of our country.

On the book cover: excavations of fortified settlements of Arkaim and Kalmyk Molel'nya (sacred meeting place) and the photo of Arkaim made from an airplane. Photo is given by G.B. Zdanovich'.

Research and publication were done with the support of the Russian Foundation of Basic Research (grant 09-05-92106; 13-05-00246a) and Chiba University, Japan.

© Authors, 2014
©Institute of Physicochemical
and Biological Problems in Soil Science RAS, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Введение	9
Глава 1. Аркаим – ландшафтно-исторический заповедник: проблемы и феномены	11
<i>И. В. Иванов</i>	
Глава 2. Методы исследования	20
<i>В. Е. Приходько</i>	
Глава 3. Аркаимская долина: природно-ландшафтные и историко-культурные особенности заповедной зоны	24
3.1. Природные условия Аркаимской долины	24
<i>И. В. Иванов, Д. В. Манахов, В. Е. Приходько, С. С. Чернянский</i>	
3.2. Памятники эпохи бронзы Аркаимской долины	33
<i>Д. Г. Зданович, Г. Б. Зданович</i>	
Глава 4. Климат и ландшафт Аркаимской долины в эпоху бронзы	42
4.1. Палинологическое и микробиоморфное исследования и реконструкция палеоклимата в период Аркаима	42
<i>Н. П. Герасименко, В. Е. Приходько</i>	
4.2. Палеопочвенные исследования поселения Аркаим и курганов Аркаимской долины, реконструкция палеоклимата...49	
<i>В. Е. Приходько, И. В. Иванов, Д. В. Манахов, С. С. Чернянский, К. Инубуши</i>	
4.3. Аркаимская долина и общие ландшафтно-климати- ческие условия эпохи бронзы лесостепной и степной зон Евразии.....	76
<i>В. Е. Приходько</i>	
Глава 5. Аркаим и «Страна городов»: модели существования, экономика, экология	89
<i>Д. Г. Зданович, Г. Б. Зданович</i>	

5.1.	Вопросы хронологии.....	90
5.2.	Аркаим: планировочное решение и вмещающий ландшафт.....	91
5.3.	Аркаим: функции и функционирование, проблемы палеодемографии.....	101
5.4.	Экономические модели	112
5.5.	Палеоэкология и диета палеопопуляции	125
5.6.	Аркаим: социум	129
5.7.	Военное дело и вооружение.....	133
5.8.	Субкультуры эпохи бронзы (мужское и женское)	135
Глава 6.	.....Почвы и растительный покров Аркаимской долины до и после введения режима заповедности	142
6.1.	Растительный покров и его изменение после введения заповедного режима	142
	<i>А. М. Ермолаев, В. Е. Приходько</i>	
6.2.	Характеристика почв и почвенного покрова до введения режима заповедности	162
	<i>И. В. Иванов, Д. В. Манахов, В. Е. Приходько</i>	
6.3.	Изменение почв при переводе в заповедный режим ...	187
	<i>В. Е. Приходько, Д. В. Манахов, Е. В. Манахова</i>	
6.4.	Формы соединений углерода и азота и эмиссия парниковых газов в почвах заповедника Аркаим	196
	<i>К. Инубуши, Х. Нагано, М. Кавашигаши, В. Е. Приходько</i>	
Заключение	.....	208
Summary	.....	213
Список литературы	.....	217
Приложение	.....	240
Сведения об авторах	.....	261
Content	.....	264

ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемые читатели, перед вами монография, посвященная 25-летнему разностороннему исследованию уникального археологического памятника эпохи бронзы – укрепленного поселения Аркаим. Археологи, почвоведы и ботаники обобщили свои работы о совместном многолетнем исследовании этого ценного исторического памятника. Для его сохранения создан заповедник в черноземной зоне Южного Зауралья Челябинской области. Город-крепость возрастом около 3700–4000 лет по своей сохранности, сложной архитектуре, археологическим находкам имеет большое значение для понимания истоков нашего единства Евразийских пространств и развития древних этносов степей Старого Света. Очертания древнего поселения, состоящего из двух окружностей – бывших оборонительных стен, между которыми располагались жилища и системы коммуникаций, можно увидеть и с высоты птичьего полета, и на космоснимках. Выставка-форум «Моя история. Рюриковичи», прошедшая в Москве в 2014 г., начиналась с информации о древнем Аркаиме и его жителях. Его феномен состоит в том, что памятник должен был быть на дне водохранилища, и мелиораторы приступили к строительству плотины, перегораживающую реку. Но научная общественность и жители Челябинской области спасли Аркаим от затопления.

Благодаря его открытию и изучению, в дальнейшем на территории южного Зауралья найдено еще 21 древнее укрепленное поселение эпохи бронзы. На этой территории в древности развилась синташтинская археологическая культура, имеющая большое значение для реконструкции древней истории индоевропейцев.

Используя почвенный, спорово-пыльцевой и микробиоморфный методы исследования и сравнивая древние и фоновые (современные) почвы, ученые получили информацию о благоприятных климатических условиях, в которых развивалась синташтинская культура. Это позволило функционировать на территории Южного Зауралья в Бронзовом веке сообществу людей, проживающему в 22 укрепленных городищах и оставивших нам богатое археологическое наследие.

Природные особенности этой территории также заслуживают режима заповедности – это показали четыре почвенно-

геоморфолого-растительные катены со 170 почвенными разрезами, обследованные авторами монографии с шагом 200 м от сопкок мелкосопочника к долинам двух рек, у слияния которых находится древний город. Уникальность заповедника состоит в том, что на его территории близко к поверхности лежат породы разного состава и возраста от миллионов до тысяч лет и переотложенные коры их выветривания, которые послужили материалами, на которых развиваются почвы заповедника. Авторы зафиксировали состояние природной среды вокруг городища до введения заповедного режима. И проводят последующий мониторинг изменения природных компонентов заповедника. Охарактеризованы стадии восстановления ковыльно-разнотравных степей, почв на бывших пастбищах, пашнях, разновозрастных залежах и сеяных лугах в условиях заповедного режима на протяжении двух десятилетий. Особое внимание уделено изменению форм органического вещества, эмиссии парниковых газов, микробной биомассы в зависимости от типов и возраста почв, разнообразия ландшафтов, почвообразующих пород, вида использования земель.

Подходы, используемые в реконструкции природных условий древних эпох, восстановлении природы и исследовании их этапов, важны для познания изменений климата и разработки методов экологической реабилитации окружающей среды заповедника в условиях ежегодного посещения десятками тысяч туристов, знакомящихся с историческим и природным наследием Южного Урала.

Главный научный сотрудник,
доктор географических наук
ФГБУН Институт географии РАН
А. Л. Александровский

ВВЕДЕНИЕ

Аркаим – археологический памятник эпохи средней бронзы степей Южного Зауралья на юге Челябинской области. Он открыт в 1987 г. археологами Челябинского государственного университета под руководством Г.Б. Здановича, ныне профессора, доктора исторических наук. Хорошая сохранность памятника и его красота (фото на обложке), удивительная архитектура, ценность археологических находок, обнаружение печей для выплавки бронзы и обжига керамической посуды и других изделий, комплекс исследований, проведенных большим коллективом, способствовали тому, что Аркаим занял достойное место среди объектов мирового археологического наследия и стал известен широкой общественности России. Актуальность памятнику придает то обстоятельство, что он расположен в центре региона, где многими учеными мира и нашей страны предполагается возникновение индоиранских народов (ариев). Таким образом, Аркаим вместе с 21 аналогичным ему памятником («Страна городов»), обнаруженными при специальном дешифрировании материалов аэрофотосъемки (работа «геологического археолога» И.М. Батаниной), претендуют быть одним из очагов мировых цивилизаций.

Одновременно с археологическими исследованиями развернулось изучение природы Аркаима и прилегающих территорий специалистами разных областей естественных наук. Его начали доктор наук, профессора Российской Академии наук (тогда АН СССР) В.В. Зайков (геолог, Институт минералогии, Миасс), И.В. Иванов (почвовед, ныне ИФХиБПП РАН, Пушкино,), Ю.А. Лаврушин (Геологический институт РАН, Москва) и их помощники, к.г.-м. наук Л.Л. Гайдученко (тогда палеонтолог из г. Кустаная) и продолжили геофизики, палинологи, ботаники, лесоводы, зоологи, антропологи, астрономы и многие другие специалисты. Целью этих работ было изучение палеоэкологических условий жизни древних обществ, особенностей древней металлургии и каменной индустрии, скотоводства, питания и здоровья населения и решение многих других вопросов. В результате Аркаим стал одним из хорошо изученных объектов страны.

Обстоятельства открытия Аркаима, его спасения от затопления, последующего изучения, организация историко-культурного центра и растущая популярность представляют собой интересный научно-культурный и общественный феномены, достойные внимания.

Идея и план настоящей книги разработаны д.б.н. В.Е. Приходько. Под ее руководством были выполнены гранты РФФИ 09-05-92106-ЯФ и 13-05-00246а по изучению палеоэкологических условий памятника и динамики почв и растительности на Аркаиме под влиянием заповедного режима.

В книге использована часть результатов исследований современного и древнего почвенного покрова и растительности территории Аркаима, выполненных в 1987–2012 гг. сотрудниками Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (Пушино) д.г.н., профессором И.В. Ивановым (заведующий лабораторией и группой генезиса и эволюции почв, руководитель работ), д.б.н. В.Е. Приходько, д.б.н. В.А. Демкиным, к.б.н. А.М. Ермолаевым (растительность), к.б.н. Д.В. Манаховым (диссертация о почвенном покрове заповедника), к.г.н. С.С. Чернянским (диссертация о палеопочвах заповедника) и др.

Текст об археологии Аркаима и «Страны городов» специально для книги подготовили сотрудники Челябинского государственного университета д.и.н., профессор Г.Б. Зданович и к.и.н. Д.Г. Зданович.

Авторы глубоко признательны за помощь в организации и проведении полевых почвенно-археологических исследований археологам Т.С. Малютиной и А.Д. Таирову, геологу-экологу А.И. Левиту, а также С. Сугихара, А.Д. Манахову и студентам ЧелГУ; А.К. Ходжаевой и С.Н. Удальцову – за руководство в выполнении аналитических работ, С.А. Батанину – за подготовку иллюстративного материала.

ГЛАВА 1. АРКАИМ – ЛАНДШАФТНО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ЗАПОВЕДНИК: ПРОБЛЕМЫ И ФЕНОМЕНЫ

И. В. Иванов

Прошлое представляет ценность для культуры только в том случае, если оно все еще является современностью или может стать будущим.

Эдуард Сапур

Открытие Аркаима как археологического памятника, быстрый рост его известности и события вокруг него могли бы составить сюжет для своего рода приключенческой повести. Рассмотрим их как ряд феноменов общественной и научной жизни.

Феномен первый – открытие памятника. В 1985–1987 гг. на юге Челябинской области велись работы по проектированию и строительству Караганского водохранилища и одноименной мелиоративной оросительной системы площадью в несколько десятков тысяч гектар для выращивания кормовых культур и овощей. Был составлен технически совершенный проект, удостоенный премии Минводхоза, возведено тело плотины, сооружен водосбросный канал, уложены трубы водоводов. Оставалось только перекрыть узкий участок русла, и началось бы заполнение водохранилища. Параллельно проводились археологические разведочные работы, задачей которых было проверить наличие археологических памятников на территории строительства и провести срочные раскопки для их изучения и сбора для фондов и музеев сохранившихся предметов материальной культуры. В августе 1987 г. археологи-разведчики доложили начальнику новостроечной археологической экспедиции к.и.н. Геннадию Борисовичу Здановичу о новом загадочном археологическом объекте. Дело в том, что несколькими годами ранее в 30 км к югу от исследуемой территории у речки Синташта было обнаружено наполовину размытое рекой одноименное городище – археологический памятник нового типа, фиксирующий новый пласт древней истории и вызвавший сенсацию в научных кругах. Г.Б. Зданович под руководством своего учителя В.Ф. Генинга участвовал в его изучении. Осмотр и первые раскопки подтвердили аналогичность памятников с тем

отличием, что Аркаим (так был назван новый объект) имел прекрасную сохранность (вкл. 3).

Феноменом можно считать и то, что этот археологический памятник не был открыт ранее. Прекрасная, четкая планировка, отображенная на аэрофотоснимке, наличие его на топокарте, хорошая сохранность грунтовых конструкций, возможно, были причиной того, что первоначально объект, вероятно, воспринимался как позднее малоинтересное сооружение. Не пользовался объект и какой-либо популярностью или загадочной репутацией у местных жителей. Сам же участок долины р. Б. Караганка привлекал внимание местных жителей богатством пастбищ и сенокосов. Он изображался на картах конца XIX–начала XX в. как Аркаимская долина или Аркаимская пустошь.

Феномен победы ценностей истории и культуры над конкретным утилитарным интересом. День затопления приближался, памятник по прикидкам требовал годы на изучение. Необходимы были срочные действия. Г.Б. Зданович с аэроснимком памятника и первыми находками из раскопа пропагандировал памятник. Открытие археологического памятника Аркаим было оценено историками (среди них академики Б.А. Рыбаков, бывший в то время директором Института археологии АН СССР и Б.Б. Пиотровский, в то время директор Государственного Эрмитажа) как событие большого значения.

Началась трехлетняя борьба за Аркаим общественности Челябинска и всей страны, поддержанная администрациями и Советами Челябинской области, Кизильского и Брединского районов, Президиумом Уральского отделения АН СССР (председатель академик Г.А. Месяц), руководством Ильменского государственного заповедника (директор А.Д. Гурьев). Автор данной главы вместе со многими подписал несколько ходатайств. В спасении памятника от затопления большую роль сыграли археологи М.А. Дэвлет, Д.С. Раевский, Н.К. Качалова, Т.М. Потемкина, Е.Е. Кузьмина и многие другие. В конечном итоге судьбу заповедника решило то, что жители и руководители местных хозяйств, так ждавшие воды, осознали значение истории своего края, самоценность его природы и также выступили за создание заповедника.

1991 г. стал решающим для судьбы Аркаима. В результате активной деятельности УрО АН СССР (экспертиза проекта Кара-

ганской мелиоративной оросительной системы сотрудниками Института экологии растений и животных УрО АН СССР, работа Специальной межведомственной комиссия, созданной УрО АН СССР) в апреле 1991 г. Совет Министров РСФСР принял постановление о прекращении строительства гидроузла и о создании на территории Караганской долины историко-ландшафтного заповедника Аркаим. Новая охраняемая территория площадью около 3700 га стала филиалом Ильменского заповедника.

Главным феноменом является само *укрепленное поселение Аркаим*. Результаты его изучения не обманули ожиданий. Аркаим – центр древней культуры, существовавшей около 4,0–3,6 тыс. л. н., на границе Европы и Азии, имеющий отношение к проблеме индоиранцев (и происхождения ариев). Городище имеет в плане форму круга диаметром 170 м, со «вмятиной»-входом с юго-западной стороны. Основные элементы его устройства: внешняя канава (былой ров), внешний валик (былой оборонительный вал с деревянной стеной), внутренние ровик и вал. В центре поселения расположена ровная площадка – «площадь». Между внутренним и внешним валом расположены 38 жилищ, разделявшихся деревянными или «саманными» стенами, между площадью и внутренним валом – примерно 22 жилища. Внутри жилищ встречены очаги (костров), ямки от столбов, хозяйственные ямы, остатки печей для выплавки бронзы, шлак, куски металла. Предполагается, что во всех «жилищах» могло размещаться до 1–2 тыс. человек. Это мог быть «город»-крепость, «город»-храм, «город»-мастерская литейщиков, где выплавлялась медь. Дискутируется вопрос о существовании земледелия у «аркаимцев». Аркаим начинает признаваться в кругу специалистов родиной (прародиной) индо-иранцев, т.е. одним из центров мировой истории и этногенеза. Появляются гипотезы, существенно опережающие время и доказательную базу, но ставящие новые интересные задачи для проверок.

Высказана идея (энтузиаст идеи – К.К. Быструшкин), что Аркаим, возможно, был обсерваторией, где проводились сложные для того времени астрономические наблюдения, а элементы городской планировки совпадают со значимыми астрономическими азимутами. Была проведена аналогия между Аркаимом и всемирно известной древней астрономической обсерваторией Стоунхендж в Великобритании и объектом Рожем Хири или Ружм-аль-

Хири на Ближнем Востоке. Затем изучение астрономических аспектов Аркаима и его некрополя было продолжено астрономом А.К. Кирилловым и археологом Д.Г. Здановичем. В 2006 г. на Аркаиме состоялся первый в России полевой семинар по археоастрономии.

Были высказаны и другие идеи. Кто-то из студентов предположил, что в Синташте или Аркаиме, возможно, находится родина Заратустры (Зороастра) – одного из легендарных деятелей человечества. Школьный (в то время) учитель истории А. Гаврилук заметил, что завершение существования аркаимско-синташтинской культуры совпало по времени с мощным извержением вулкана Санторин (около 1700±150 л. до н.э.), сопровождавшимся глобальным экологическим кризисом на Земле (типа «ядерной зимы»). Вместе с тем, полное археологическое источниковедческое обобщение и публикация данных об Аркаиме пока не завершены (ожидаются в 2015 г. в виде монографии: Г.Б. Зданович и др. «Аркаим: археология укрепленных поселений»).

Феномен «Страны городов». После открытия памятника «Аркаим», в связи с его хорошей выраженностью на аэрофотоснимках, геологи И.М. Батанина и Н.В. Левит провели сплошной просмотр сотен тысяч аэрофотоснимков разных лет, выполненных в геолого-разведочных целях. И.М. Батанина разработала методику дешифрирования археологических объектов. В результате число археологических памятников в Челябинской области увеличилось в несколько раз. Была открыта «Страна городов» – территория степной и лесостепной зон области с распространением 20 укрепленных поселений, аналогичных Аркаиму и расположенных друг от друга в 70–80 км, т.е. примерно на расстоянии дневного конного перехода. Возникли вопросы о взаимоотношении обитателей «городов» (городищ): составляли они единое протогосударственное образование или нет, какие формы коммуникации были между ними, и т.д. «Стране городов» посвящена специальная книга (Зданович, Батанина, 2007).

Челябинские археологи добились взятия под охрану ряда укрепленных поселений и организации Природно-ландшафтного и историко-культурного кластерного заповедника Аркаим. Юридическим основанием для этого стало решение областного Совета депутатов трудящихся и соответствующие ему постановления

глав администраций пяти районов (1992 г.). При этом само «материнское» поселение Аркаим осталось в Степном лесничестве и не является частью кластерного заповедника.

Изучение археологических памятников, современной и древней природы Аркаима с применением методов естественных наук. Комплекс таких исследований дает важные результаты, которые не могли быть получены раздельно. По инициативе Г.Б. Здановича в исследованиях участвовали десятки высококвалифицированных специалистов из многих городов России (из них только докторов наук более 20-и), ближнего и дальнего зарубежья – археологи, антропологи, историки, лингвисты, геологи, геофизики, палинологи, почвоведы, ландшафтоведы, экологи, ботаники, зоологи, астрономы, агрономы и др. Отметим фамилии наиболее известных из них: геологи – д.г.-м. наук В.В. Зайков (Миасс) и Ю.А. Лаврушин (ГИН, Москва), почвоведы – д.б.н. О.З. Еремченко (Пермь), д.г.н. И.В. Иванов, д.б.н. Приходько (Пушино), ландшафтовед – д.г.н. В.А. Николаев (МГУ, Москва), зоолог и палеонтолог к.г.-м.н. Л.Л. Гайдученко (Челябинск), ботаники – к.б.н. Д.А. Моисеев (Челябинск) и А.М. Ермолаев (Пушино), геофизики В.Я. Тибелиус, Б.Н. Пунегов, В.А. Кочнев и др. (рис. 1).

Исследования Аркаима сыграли важную роль в развитии археологии в Челябинском регионе, формировании здесь научных школ, охвативших практически все направления археологического знания. Сегодня здесь успешно работают семь докторов и около двадцати кандидатов исторических наук – археологов.

Только в 1987–1997 гг. Аркаиму были посвящено 400 публикаций – книг, газетных и журнальных статей, к концу 2005 г. – около 2 000 (В.А. Волгин, Д.Г. Зданович), их число растет и с трудом поддается учету. Издано около десятка выпусков трудов заповедника, 12 авторских и коллективных монографий, альбомы, каталоги, библиографические указатели. В Челябинске и на Аркаиме состоялись крупные российские и международные научные археологические конференции.

Можно считать, что территория вокруг памятника – одна из наиболее изученных в стране в естественнонаучном отношении. Достаточно известно какими были климат, почвы, растительность, их продуктивность, животный мир и домашний скот около



Рис. 1. Группа ученых-естественников в научном городке центра Аркаим в 1992 г.: Е.В. Зайкова, геолог (Миасс); Л.Л. Гайдученко, остеолог (Челябинск); В.В. Зайков, геолог (Миасс); В.Е. Приходько, И.В. Иванов, почвоведы (Пушино) и Ю.А. Лаврушин, геолог (Москва).

4 тыс. лет назад, какое сырье использовалось для выплавки меди, где бралась для этого руда, сколько требовалось древесины для строительства и т.д. Моделируются металлургические процессы, изготовление керамики, построены и опробованы аналоги древних печей. Произведено экспериментальное строительство «новодела» – модели в натуральную величину одного из жилищ поселения, которое позволяет проверить реальность и точность археологических реконструкций. Модель жилища, одновременно и увлекательный экскурсионный объект (руководитель «новодела» А.И. Гутков). В последние годы популярным экскурсионным объектом являются и музифицированные участки аркаимских раскопов, жилище и фрагмент стены древнего поселения. Проводится изучение изменений в современной природе заповедника под влиянием заповедования. Пора приступить к изучению изменений в рекреационной зоне под воздействием туризма.

Музей Человека и Природы на Аркаиме (вкл. 13). Реализация мечты археологов о музее начиналась с полевого вагончика, поставленного недалеко от полевого раскопа. Накануне Нового 2005 г. в «голой степи» был открыто трехэтажное красивое здание музея с современными экспозициями внутри (коллекции, макеты, карты, витражи-фотографии, видео и т.д.). К нему примыкает «Исторический парк». На археологическом участке парка посетители

осматривают ряд моделей (макетов) или частично перенесенных археологических памятников: курганы «с усами», менгиры, посещают модель в натуральную величину большого кургана Темир, спускаются в усыпальницу сарматского вождя и его жены; модели городища Аркаим и других объектов, музей древних производств (вкл. 14). На этнографическом участке посещают перемещенные объекты: казачью усадьбу с ее подлинным интерьером, ветряную мельницу, временные экспозиции (юрту, выставку музыкальных инструментов народов Мира и др.).

Аркаим научно-популярный и туристический. Публикации в печати, передачи по телевидению, в том числе кино- и видеофильмы (их около 50) сделали Аркаим популярным среди жителей страны и, особенно, Челябинской области, соседних регионов Урала (Екатеринбурга и Свердловской области, Башкортостана). Это способствует росту интереса к истории и изучению природы. Люди едут сюда семьями, некоторые приходят пешком. В дни календарных праздников, особенно ко дню летнего солнцестояния, на Аркаиме собираются тысячи человек, проходят молодежные «тусовки». Говорят, что за год здесь бывает около 30 тыс. человек.

Об общественной значимости объекта свидетельствует посещение Аркаима 16 мая 2005 г. президентом РФ В.В. Путиным. Ранее на Аркаиме побывал премьер-министр РФ Д. Медведев (рис. 2).

В 2010–2011 гг. во Франции (перекрестные годы взаимодействия культур «Россия – Франция») состоялась выставка: «Аркаим: Древнейшие индоевропейцы Степей». Она долго готовилась, была поддержана выдающимися французскими учеными археологами и антропологами А. де Люмле и Ж.-П. Мозном (директор Музея Человека в Париже) и была встречена очень тепло. Популярна символика Аркаима, в основе которой план-«колесо» поселения. Она была использована при оформлении Российского павильона в Шанхае на Всемирной Выставке в 2010 г, выставки-форума «Моя история. Рюриковичи» в Манеже с 4 по 20 ноября 2014 г.

Аркаим мистический. В 1991 г. Аркаим посетила известный астролог Т. Глоба (Зданович, 1999). Ее публикации в центральной и местной прессе не только содействовали популяризации памятника и стали частью борьбы за его сохранение, но и усилили к нему интерес со стороны астрологов, экстрасенсов, колдунов, представителей религиозных сект, течений и просто шарлатанов.



Рис. 2. В.В. Путин и Г.Б. Зданович на Аркаиме, 2005 г.

Такого рода реакции – общемировая тенденция, это современная проблема едва ли не любого яркого археологического памятника, и в России, и в мире – Стоунхендж, Чатал-Хююк (Турция), центрально-американские и египетские пирамиды и т.д. (Зданович, 1999). Это, как бы мы к этому не относились, один из аспектов современной жизни археологических памятников.

Появилась соответствующая «литература», из которой можно узнать, что Аркаим является энергетическим и другими центрами мира, что здесь особые биополя и можно вылечиться от болезней, что здесь возникло человечество, или какие-то религии, что отсюда начнется возрождение России и многое другое. Можно видеть, как посетители занимаются медитацией, «чисткой астральных каналов»... Говорят, что в районе памятника часто встречаются НЛО; не буду утверждать, что это неправда, – не знаю. Из общего числа туристов, посещающих Аркаим, до половины, возможно, ожидает каких-нибудь чудес. У каждого, кто посещает памятник, остается «свой» Аркаим.

Завершая вступительный рассказ об Аркаиме, вспомним основные события с ним связанные. Открыт уникальный археологи-

ческий памятник, спасен от затопления и сделан филиалом Ильменского государственного заповедника. Открыта «Страна городов» с 20-ю памятниками, близкими Аркаиму, часть из них заповедна. На этой базе организован заповедник кластерного типа (Заповедник «Аркаим»), имеющий природно-ландшафтный и историко-культурный характер.

Проведены фундаментальные исследования по археологии, палеоэкологии памятника, современной природы территории и ее развития во времени. В глубине Зауральских степей возник крупный объект научно-исследовательского, научно-популярного, культурно-исторического и туристического характера с чертами мифологического преклонения.

Аркаим стал национальным достоянием России. Им необходимо правильно распорядиться. В настоящее время различные направления деятельности на нем почти не координируются. Научные исследования и издание научно-популярной литературы не планируются и не финансируются, махровым цветом расцветают мифология и шарлатанство, которому не противопоставляется достойная научно-популярная информация. Развлекательность и научность часто находятся в противоречии. Необходимы специальные программы-сценарии деятельности музея-заповедника с определением приоритетов, упорядочение юридического статуса Аркаима, возможно, придание ему федерального статуса и статуса ЮНЕСКО. В связи с обширностью экспозиции и удаленностью от крупных городов музей-заповедник вынужден принимать своих гостей на срок двое и более суток. Их бытовые условия также оставляют желать лучшего. О привлечении иностранных туристов даже трудно подумать.

Аркаим, как наше национальное достояние, нуждается в помощи и поддержке со стороны как областных, так и федеральных структур. Необходимо сделать многое, чтобы люди, откликнувшиеся на призыв «Добро пожаловать на Аркаим!», не были разочарованы и с теплотой вспоминали бы дни, проведенные в этом чудесном уголке нашей страны.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В. Е. Приходько

При работе на территории заповедника использовали следующие методы: почвенно-геоморфологического профилирования, почвенно-археологический, археологические, почвенно-географический, физико-химические и др. Применяли полевой морфологический метод исследования почв с описанием и фотографированием. Реконструкцию экологических условий прошлых эпох проводили на основе сравнения свойств погребенных палеопочв и дневных фоновых (современных) почв. Были проложены и изучены четыре ботанико-почвенно-геолого-геоморфологических профиля-катены, пересекающих заповедник, общей длиной 16,4 км с расположением почвенных разрезов через 200–300 м. На территории заповедника изучено более 200 разрезов.

Химический анализ. Содержание и фракционно-групповой состав гумуса определяли по И.В. Тюрину (Орлов, Гришина, 1981), органическое вещество легких фракций плотностью $< 1,8 \text{ г/см}^3$ – по Борисову и др. (2004), активность каталазы – методом А.Ш. Галстяна, плотность сложения почв – буриком Н.А. Качинского, агрегатный состав – по Н.И. Саввинову, рН – потенциометрически в водной суспензии при соотношении почва : вода = 1 : 2,5; водная вытяжка почва : вода = 1 : 5; CO_2 карбонатов – титриметрическим, гранулометрический состав почв – пирофосфатным, состав обменных катионов – по Шолленбергеру с последующим определением Ca^{2+} и Mg^{2+} трилометрическим, Na^+ и K^+ – пламенно-фотометрическим методом; подвижный фосфор – фотометрическим методом по Мачигину с экстракций раствором углекислого аммония с рН = 9, калий в этой же вытяжке на пламенном фотометре (Воробьева, 1998; Агрофизические методы..., 1966).

Минералогический анализ илистой фракции. Фракцию $< 1 \text{ мкм}$ выделяли методом отмучивания по Р.Х. Айдиняну (1960) после удаления карбонатов. Минералогический состав ила определяли методом рентген-дифрактометрии, количественное содержание отдельных групп глинистых минералов оценивали по модифицированной методике Э.А. Корнблюма (1972). Дополнительно содержание иллитов находили по валовому содержанию K_2O в илистой фракции, исходя из предположения, что в иллитах содержится 7,5% K_2O . Анализ валового содержания элементов илистой фракции почв выполнен П.И. Калининым на спектрометре Спектроскан МАКС-GV в Центре коллективного пользования научным оборудованием ИФХиБПП РАН (под руководством к.б.н. С.Н. Удальцова).

Магнитную восприимчивость почв измеряли каппаметром КТ-5.

Радиоуглеродное датирование гуминовых кислот из палеопочв и фоновых почв проведено в Киевской радиоуглеродной лаборатории НАН Украины (руководитель В.В. Скрипкин). Гумус для датирования был отобран с глубины 0–5 см от поверхности погребенных и современной почв. Также проводили датирование археологического материала по ^{14}C в разных лабораториях.

Метод выделения пыльцы из палеопочв. Образец палеопочвы отобран с глубины 0–2 см, т.е. непосредственно с погребенной поверхности под внешней стеной городища Аркаим. Этот образец проанализирован палинологическим методом Н.П. Герасименко и микробиоморфным методом, позволяющим выявить содержание и распределения фитоцитов, диатомовых водорослей, спикул губок, детрита и прочих микроскопических частиц биогенной природы (Гольева, 2001). Пыльцу выделяли путем длительной обработки почв. Метод разработан в лаборатории палинологии географического факультета Санкт-Петербургского университета, сливание жидкости сифоном (модификация Н.П. Герасименко). При всех процедурах надосадочную жидкость сливали сифоном в литровые стаканы так, чтобы над ней оставалось не менее 4 см осадка с жидкостью. Все нижеперечисленные обработки почвы проводили последовательно друг за другом.

1. Для разрушения карбонатов почву кипятили в соляной кислоте, потом отмывали до нейтральной реакции водой.

2. Для удаления илистой фракции и разрушения карбонатно-илистых капсул (прочных агрегатов) вокруг палиноморф применяли 10-минутное кипячение почв на медленном огне с пирофосфатом натрия, затем проводили отмывку реактивов водой.

3. Затем повторно материал обрабатывали соляной кислотой для разрушения вторичных карбонатов из разрушенных капсул и отмывали до нейтральной реакции водой.

4. Обработка NaOH , чтобы убрать органическое вещество, и отмывание водой до нейтральной реакции.

5. Заливали фтористоводородную (плавиловую) кислоту и оставляли в холодной комнате на ночь (кислота разрушает крупные песчаные фракции и растворяет кварц), потом отмывали до нейтральной реакции водой.

6. В заключении проводили двойную обработку тяжелой калий-кадмиевой жидкостью с удельным весом $< 1,8 \text{ г/см}^3$, как у пыльцы, и сепарацию пыльцы.

Процентное соотношение изученных палинологическим методом микрофоссилий высших растений рассчитывали по полу-

групповому способу: содержание таксонов древесных растений – от суммы пыльцы деревьев и кустарников, количество таксонов трав – от суммы пыльцы трав и полукустарничков и спор – от общей суммы микрофоссилий.

Предынкубация образцов. Для биохимических анализов почву (0,2 кг) увлажняли до 60% полной полевой влагоемкости и инкубировали при температуре 22°C в течение 7 суток в полиэтиленовых пакетах с воздухообменом в термостате SANYO, MIR. Определение базального и субстрат-индуцированного дыхания проводили из предынкубированных образцов.

Базальное дыхание (БД). Навеску почвы 10 г помещали во флакон объемом 100 мл, который герметично закрывали. Затем определяли БД после инкубации почв при температуре 22°C в течение 48 ч, затем флаконы открывали, проветривали их под тягой, снова закрывали на 48 ч и повторно оценивали БД (Ларионова и др., 1993). Концентрацию CO₂ во флаконе определяли на газовом хроматографе. Скорость БД выражали в мкг С-CO₂/г почвы в час.

Субстрат-индуцированное дыхание (СИД) почвы находили по скорости начального максимального дыхания микроорганизмов после обогащения образца глюкозой (Anderson, Domsch, 1978). В почву добавляли раствор глюкозы в количестве 10 мг/г почвы, и флакон герметично закрывался. Обогащенный образец почвы инкубировали (3–4 ч при 22°C), затем отбирали пробу воздуха из флакона и анализировали на газовом хроматографе. Скорость СИД выражали в мкл С-CO₂/г почвы в час.

Углерод микробной биомассы (С мик) определяли методом субстрат-индуцированного дыхания и рассчитывали по формуле: С мик (мкг С/г почвы) = СИД (мкл CO₂/г почвы в час) × 40,04 + + 0,37 (Anderson, Domsch, 1978).

Углерод (С мик) и азот микробной (N мик) биомассы определяли методом хлороформ-фумигационной экстракции (Vance et al., 1987). Почву увлажняли до влажности 20% и инкубировали в течение 3 суток при 25°C в темноте. Затем 10 г этой почвы без добавления и с внесением безалкогольного хлороформа выдерживали при 25°C в течение 24 ч. Затем эти навески экстрагировали с 50 мл 0,5 М K₂SO₄ – для выделения легкодоступных форм углерода Ср и азота Nр. Количество органического С и неорганического N в экстракте определяли на анализаторе (TOC-5000; Shimadzu Co. Ltd., Kyoto, Japan) и колориметрическим методом с использованием перекиси дисульфата соответственно (Hayashi et al., 1997). Содержание С мик и N мик рассчитывали по уравнениям:

$$С \text{ мик} = (C_f - C_{uf}) K_{eC}, \quad N \text{ мик} = (N_f - N_{uf}) K_{eN},$$

где C_f , C_{uf} , N_f , N_{uf} – формы С и N, извлеченные из фумигированной (C_f и N_f) и нефумигированной почвы (C_{uf} и N_{uf}); коэффициенты эффективности извлечения микробного углерода и азота из почвы $K_{eC} = 2,22$, $K_{eN} = 2.41$ соответственно.

Эмиссия углекислого газа (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O) из почвы определена методом закрытой камеры в поле (Inubushi et al., 2003, вкл. 15). Три пластмассовых светонепроницаемых сосуда диаметром 20 см вкопывали в землю на 2–3 см, накрывали крышкой, затем брали воздух из этих сосудов через 10, 20 и 30 мин шприцом и переносили его в вакуумные пенициллиновые флаконы на 20 см³. Измеряли температуру воздуха в сосуде, и брали почву на определение влажности и плотности сложения. Также отбирали пробы воздуха внутри профиля почв. Концентрации CO_2 , CH_4 , и N_2O во флаконах определяли на газовым хроматографе (GC 14B, Shimadzu), снабженным тремя детекторами: по теплопроводности, ионизации пламени и захвату электронов соответственно. Эмиссию каждого газа рассчитывали по изменению концентрации каждого потока газа с течением времени с учетом объема камеры и температуры.

Статистика. Измерения С орг, СИД, БД, С мик выполнены в индивидуальных образцах в 5-кратной повторности. Средние значения показателей сопровождаются стандартным отклонением (программа Statistica 6.0, StatSoft Inc., Tulsa, OK).

Для более детальных сведений об условиях жизни и быта древних людей также использовали другие методы.

Анализ микро- и макроэлементов для выявления *техногенного загрязнения* – обогащения почв соединениями тяжелых металлов в пределах поселения и вблизи него. Для геохимического анализа использовали образцы погребенных почв, строительные грунты, материал пола жилищ и коммуникаций.

Для реконструкции заупокойной пищи древних людей проводили *определение фосфора* в палеопочве, взятой из верхней, средней и нижней частей глиняных сосудов из курганных захоронений. Состав пищи из погребальных сосудов исследовали микрорентгенологическим анализом остатков пищевых пригаров на стенках сосудов (Гайдученко, 2002). Определение *сезона забоя животных* устанавливали по анализу их зубов (Косинцев, 1989). Определяли изотопный состав костей жертвенных животных из некрополей.

ГЛАВА 3. АРКАИМСКАЯ ДОЛИНА: ПРИРОДНО-ЛАНДШАФТНЫЕ И ИСТОРИКО- КУЛЬТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАПОВЕДНОЙ ЗОНЫ

3.1. Природные условия Аркаимской долины

***И. В. Иванов, Д. В. Манахов, В. Е. Приходько,
С. С. Чернянский***

Поселение и заповедник Аркаим располагаются на границе Кизильского и Брединского районов Челябинской области (52°37–40'N, 59°32–37'E), в 8 км к югу от памятника находится село Амурское, а в 2 км к западу – поселок Александровский.

Археологический памятник локализуется на останце пролювиально-аллювиальной поверхности у слияния рек Утяганка и Б. Караганка (притока р. Урал) на абсолютной высоте 314,5 м (рис. 3). Его размеры составляют 200 × 300 м². Он занимает обособленное местоположение, так как ограничен с разных сторон поймами рек и понижением – бывшей протокой. Останец имеет высоту 3,5–4 м относительно уровня воды. Таким образом, останец с расположенным на нем памятником несколько возвышается над окружающей местностью. Во время весеннего половодья, когда старое русло р. Утяганка заполняется водой, он выглядит как остров, со всех сторон окруженный водой.

Хорошая сохранность поселения в значительной степени связана с его географическим положением. Участок речной долины здесь имеет замкнутый чашеобразный характер, что обусловлено геологическим строением палеозойского фундамента – под Аркаимом залегают карстующиеся, легко поддающиеся разрушающим экзогенным процессам карбонатные породы каменноугольного периода. Этот несколько пониженный участок рельефа представляет собой фрагмент древней мезозойской речной сети, так называемой Аркаимской структурно-эрозионной депрессии. Со всех сторон чаша Аркаимской долины окружена холмами и увалами, сложенными более «жесткими» вулканическими породами. Превышения их над долиной составляют 30–75 м, что в какой-то мере ограждает ее от разрушающих ветров, создает благоприятный микроклимат с равномерным таянием снегов и невысокими паводковыми водами.

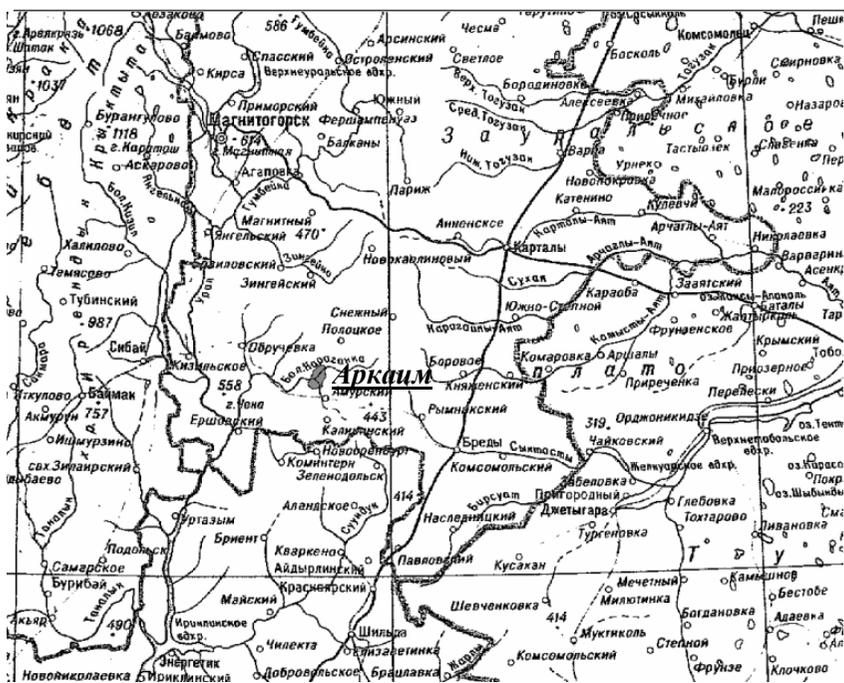


Рис. 3. Схема расположения заповедника Аркаим (масштаб 1 : 2 500 000).

Долины рек Б. Караганка и Утяганка в районе Аркаима и его окрестностях имеют несколько неравновесных участков с образованием водопадов и висячих долин с перепадом высот до двух метров. Один из таких водопадов находится на р. Утяганка, в непосредственной близости от древнего поселения и, возможно, служил одним из элементов гидротехнических сооружений, следы которых наблюдаются в ближайшей округе поселения. Долина р. Утяганка имеет широкие пойменные луга и вместе с участком Большекараганской долины представляет собой обширную равнину размером около 3×4 км.

Рельеф. Территория заповедника относится к восточному склону горного Урала, к юго-западной части Зауральского плато с высотами 300–400 м над ур. м. Тектонические поднятия, начиная с верхнего олигоцена, определили формирование речной сети, гряд и куполов мелкосопочника, высота которого на 50–100 м выше,

чем пенеплен (О почвах Урала..., 1962). Зауральский пенеплен насчитывает более 200 млн лет. Денудация в условиях тропического климата триаса и юры привела к формированию пенеплена (Гуцаки, 1963; Наумов, 1981). Дальнейшее развитие рельефа происходило в результате новейших тектонических движений и климатических воздействий. Для исследуемой территории выделяется три категории рельефа: эрозионный, эрозионно-аккумулятивный и аккумулятивный.

К эрозионному типу рельефа на территории заповедника относится придолинный мелкосопочник. Формы его рельефа определяются устойчивостью пород к выветриванию, на кислых породах – это гряды купола, в местах выходов основных пород – они перемежаются с обширными циркообразными понижениями, сформированными овражно-балочной сетью. Также здесь сохранились участки древней коры выветривания, приуроченные к его склонам.

Эрозионно-аккумулятивный рельеф включает в себя озерно-делювиальную поверхность с абсолютными высотами 320–350 м и долинообразные понижения – 300–310 м. Для рельефа озерно-делювиальной поверхности характерно чередование невысоких холмов и неглубоких ложбин и балок, в днищах которых местами формируются впадины над сильнотрещиноватыми каменноугольными известняками с карстовыми полостями. Долинообразные понижения образовались в результате усиления эрозионной деятельности, вызванной новейшими тектоническими движениями в позднем плиоцене. Они врезаны в поверхность придолинного мелкосопочника и озерно-делювиальной равнины и выполнены глинами и суглинками, залегающими на коре выветривания или на плиоценовых глинах (Геохимия ландшафтов..., 1966).

Аккумулятивный рельеф приурочен к долинам рек и включает в себя аллювиально-озерную поверхность и пойму. Особенностью караганско-утяганской долины является наличие 1й и 2й речных террас, которые проявляются не на всем протяжении рек (Николаев, 2011). Она начала формироваться в позднем плиоцене, когда активность новейших тектонических движений усилилась. В позднем плиоцене–раннем плейстоцене долины рек Б. Караганка и Утяганка в местах их сужения до 200–300 м (так называемые «вороты»), образованные крупными денудационными останцами купо-

ловидной формы, которые сложены устойчивыми к выветриванию породами) неоднократно перепруживались наносами, приносимыми овражно-балочными системами. Формирование останцов, видимо, связано с новейшими тектоническими движениями неогена – плейстоцена. В результате образовывались озерные ванны, на дне которых отлагались типичные озерные глины, разделенные глинисто-суглинистым делювием и материалом временных водотоков (пески, супеси), формировавшихся в периоды осушения водоемов.

Аллювиально-озерная поверхность представляет собой полого наклонную равнину, ландшафт которой иногда разнообразится отдельными останцами коренных пород. Характерной чертой являются западины эллипсоидальной или округлой формы, которые хорошо дешифрируются на аэрофотоснимках. Абсолютные высоты аллювиально-озерной поверхности составляют 310–320 м.

Пойма имеет небольшую ширину и два уровня: низкая (до 2 м над урезом воды) и высокая пойма (2–4 м). Сложена она слоистыми пойменными суглинками и глинами (суббореального и субатлантического возраста) с железисто-марганцевыми новообразованиями. Для долины р. Б. Караганка характерны также заболоченные углубления, которые еще сравнительно недавно были озерами. Их формирование, очевидно, связано с наличием обширных карстовых провалов, заполненных аллювиально-озерными отложениями.

Климат региона континентальный: средние температуры составляют в °С: годовая +1...+3, января –17...–18, июля +19...+20. Сумма температур больше 10°С равна 1950–2300°С, продолжительность безморозного периода – 111–125 дней. В районе выпадает 300–360 мм осадков в год, из них 45% – летом в виде ливней и 10–12% – зимой (рис. 4). Мощность снежного покрова не превышает 0,25 м. Почвы промерзают на глубину 0,8–2 м. Снеготаяние происходит по замерзшей почве, и вода не впитывается в нее. Годовая испаряемость составляет 450–650 мм (Климат Челябинской области, 2014). Коэффициент увлажнения равен 0,4–0,8. Значительный ущерб почвам и посевам могут наносить суховеи и дефляция.

Почвообразующие породы заповедника отличаются разнообразием (Зайков, 1999, рис. 5, таблица 1). Материнскими поро-

← **Рис. 4.** Климатические показатели юга Челябинской области: А – среднегодовые температуры; Б – среднеянварские температуры; В – годовые суммы осадков; Г – суммы температур выше 10°C (изолинии) и длительность безморозного периода (по пунктам); Д – средние максимальные величины мощности снежного покрова (изолинии) и глубины промерзания суглинистых почв (по пунктам); Е – среднеиюльские температуры; Ж – ГТК Г.Т. Селянинова; 1 – заповедник Аркаим.

дами для почв служат: четвертичные, неоген-четвертичные и неогеновые глины и суглинки, редкие мезозойские переотложенные глинистые каолиновые коры выветривания и элювий палеозойских массивно-кристаллических пород. Отложения девона представлены базальтами, андезитами. Широкое развитие в регионе имеют риолиты и базальты нижнекаменноугольного возраста. Пестроцветные и бурые глины миоцена встречаются на этой территории редко. Плиоценовые породы широко распространены, они разделяются на нижний (красноцветных глин) и верхний комплексы (песчаных отложений). Породы четвертичного возраста приурочены к долинам рек.

Отложения мезозойской эры широко распространены в Зауралье (Петров, 1967; Побединцева, 1975). Они представлены переотложенными корами выветривания каолинового состава мощностью от 1 до 40 м, различающимися по цвету, текстуре и свойствам. На кислых и средних породах формируются белые бесструктурные каолиновые глины с включениями зерен кварца и реже гидроксидов железа. На ультраосновных породах образуются твердые и пористые глины бурого цвета. Глины, формирующиеся на сланцах и вулканогенно-осадочных отложениях, имеют различную окраску. Каолиновые породы обеднены щелочноземельными элементами и карбонатами; характеризуются небольшими величиной емкости катионного обмена (ЕКО) и содержанием поглощенного Са, высокой долей обменного Mg (до 40%) и Na (до 15%); они часто засолены и солонцеваты.

Растительный покров описан в главе 6.1.

Подземные воды, заключенные в массивно-кристаллических породах, слабоминерализованы, имеют $\text{SO}_4\text{--Cl--HCO}_3$ состав с преобладанием ионов Са и Mg (Геохимия ландшафтов ..., 1966). Грунтовые воды под молодыми рыхлыми отложениями приобретают

Таблица 1. Стратиграфическая колонка геологических пород заповедника Аркаим (Геологическая карта..., 1980; Зайков, 1993, 1999).

Эра	Период, система	Эпоха, отдел	Век, ярус	Возраст, млн. лет	Индекс	Колонка	Мощность, м	Характеристика	
К А Й Н О З О Й KZ ME ZO ZOY MZ	Четвертичный Q	Голоцен		0,01	Q_{IV}		3-5	Глины, суглинки и супеси	
					Q_{III}		10-12	Глины, суглинки, супеси, галечники	
		Плейстоцен		1,6	N_2-Q		15-20	Глины и суглинки, иногда щебнистые	
					Плиоцен		5,3	dN_1^{ks}	
		dN_1^{gl}		> 30				Глины бурые	
		dN_1^{sv}		25				Пестроцветные глины	
		Неоген N	Миоцен		24 188	$Mz_{I,III}$		0,3- -40	Переотложенные глинистые коры выветривания каолинового состава, иногда щебнистые
							Триас - ранняя Юра $T_{1-2} - J_1$		248 340
		П А Л С	нижний Визейский	350	$C_1t_1-V_1$				
					Е О З О Й PZ	Силур S	нижний Спартакоский	360	D_3fm
верхний Фаменский	365 380	D_2e_1		650- -700					Базальты, андезиты, дациты, линзы известняков
					средний Эйфельский	388	D_1p		
нижний Празский	408	$\psi_2 S_1 sp$		350- -1100					Серпентиниты

Примечание. Породы по генезису: а – аллювий; d – делювий; e – элювий; p – пролювий; l – озерные отложения.

HCO_3-SO_4 и HCO_3-Cl состав, а в катионном комплексе немало важную роль начинают играть ионы Na. Грунтовые воды в бассейнах рек залегают на глубине около 6 м, пойме – 1–3 м.

Антропогенное воздействие. Юго-восточное Зауралье в целом, и территория заповедника в частности, начали использо-

ваться человеком очень давно. Начальный этап эпохи поздней бронзы – это время существования здесь степной культуры с некоторыми признаками урбанизации. Известно 22 укрепленных поселений, датированных первой третью II тысячелетия до н.э. (Зданович, Зданович, 1995). К ним относится и поселение Аркаим, после открытия которого был создан заповедник.

К началу V в. до н.э. на территории зауральско-западно-сибирской лесостепи оформилась кочевая культура. Благоприятные экологические условия способствовали подъему скотоводческой экономики и, как следствие, быстрому росту населения. Ухудшение экологической ситуации в Южном Зауралье в IV в. до н.э. обусловили массовый отток кочевых племен, что объясняет слабую заселенность региона вплоть до II в. н.э., когда в результате нового изменения увлажненности климат становится близким современному, и степи вновь заселяются кочевниками (Таиров, 1995).

С конца VI до середины VII вв. начинается усыхание аридной и синхронное увлажнение гумидной зон, что приводит к значительной демографической уплотненности в пределах лесостепного пограничья. Источником притока населения становится Южная Сибирь. К концу X в. значительная часть южно-сибирского населения заполняет Урало-Ишимское междуречье, осваивая ранее сложившиеся зоны пастбищно-кочевых комплексов. В это время происходит консолидация азиатского кочевого населения. Вероятно, монгольское нашествие лишь на незначительный срок дестабилизировало существовавшие культурно-хозяйственные связи, перераспределив территории и средства производства. Окончательный распад произошел в конце XIV в. вместе с крушением Золотой Орды, затуханием степных городов и изменением пастбищно-кочевых маршрутов (Боталов, 1995).

Аридизация степи в XIV–XVIII вв. была, вероятно, причиной оттока кочевников либо в оазисные зоны Сыр-Дарьи, либо создания новых столиц северных Казанского и Тюменского ханств.

Русские стали проникать на Урал в XI в. Наиболее активное антропогенное воздействие на природу Урала и Зауралья связано с промышленной колонизацией в XVII–первой половине XIX вв. и индустриализацией региона в конце XIX–первой половине XX вв.

Во второй половине XX в. интенсификация освоения земельных ресурсов дошла до Зауралья, что проявилось в первую очередь в сплошной распашке практически всех пригодных земельных угодий.

В настоящее время на территории заповедника сельскохозяйственная деятельность прекращена полностью, а в охранной зоне – частично. Пашня была приурочена в основном к озерно-делювиальной и аллювиально-озерной поверхностям, хотя иногда она захватывала склоны мелкосопочника.

Нераспаханные участки использовались как выпасы, что привело к выбиванию травянистой растительности в пойме (в конечном счете вызвавшему осолонцевание почв выбитых участков) и потраве подлеска в березовых колках. Территория лесных массивов сократилась с дореволюционного периода достаточно сильно, а с довоенного – особенно.

На территории заповедника, в ее юго-восточной части разработан карьер. Еще два карьера находятся в непосредственной близости к заповеднику – рядом с п. Александровский и с. Черкассы. В заповеднике имеются сохранившиеся полевые дороги, движение по которым в настоящее время резко ограничено. В общем, антропогенная нарушенность территории не превышает характерной для района в целом.

3.2. Памятники эпохи бронзы Аркаимской долины

Д. Г. Зданович, Г. Б. Зданович

Аркаимская долина¹ – один из наиболее полно археологически изученных районов Южного Урала. Первые разведочные работы проведены здесь в 1970-х гг. археологами Уральского (г. Свердловск) и Челябинского государственных университетов. В 1990–1993 гг. под руководством И.М. Батаниной (ЧелГУ – заповедник Аркаим) к археологическому исследованию долины был применен метод дешифрирования аэрофотоснимков. В последу-

¹ Бывшая основная территория заповедника Аркаим, ныне – лесничество «Степное» Природоохранного научно-исследовательского госучреждения «Ильменский государственный заповедник». Площадь охраняемых земель – 3 700 га.

ющие годы на территории Аркаимской долины также отрабатывались современные высокотехнологичные методы дешифрирования космоснимков (Антимонов, 2010). Проверка результатов осуществлялась в ходе совместных натурных исследований сотрудников аэрологической и археологической групп с подтверждением части информации археологическими раскопками. Часть раскопочных материалов введена в научный оборот в последние годы (Малютина и др., 2010; Малютина, Зданович, 2012; Шиманский и др., 2013).

В результате этих исследований на территории заповедника и вблизи его границ к середине 1990-х гг. описан и охарактеризован 71 археологический памятник разных эпох (Батанина, Иванова, 1995). К настоящему времени выявлено 114 памятников, при этом зона сплошного обследования была расширена (Батанина и др., 2011).

Основные раскопки долины проводились в 1987–1988 гг. в условиях угрозы ее затопления водами водохранилища. Это обусловило аварийный характер работ, применения техники для вскрытия верхних слоев некоторых курганов, привлечение к раскопкам большого количества рабочих-землекопов. Выявленные памятники характеризуют практически все эпохи древней истории Южного Урала: от редких в этом регионе палеолитических находок (одно местонахождение на территории заповедника) до позднего средневековья (руины зимовок, погребальные комплексы). Уже в эпоху мезолита территория долины была достаточно освоенной, о последующем росте населения свидетельствует большое количество неолитических и энеолитических стоянок (5–4 тыс. до н.э.). Свой настоящий расцвет Аркаимская долина переживала в бронзовом веке.

Поселения эпохи бронзы. Наиболее значительным памятником является укрепленное поселение Аркаим начального этапа эпохи поздней бронзы (Зданович, 1997; Зданович, Батанина, 2007; Zdanovich, Zdanovich, 2002, 2010). На территории Аркаимской долины также установлено наличие 14 неукрепленных поселений бронзового века (вкл. 1). Стационарные раскопки проводились на четырех поселениях.

Поселение Утяганское I (раскопки 1987 и 1994 гг., А.В. Виноградов, Н.О. Иванова). На площадке зафиксирована 21 жилищ-

ная впадина. Впадины расположены в пять рядов, торцами к реке на площади около 50 тыс. м². При раскопках выявлен культурный слой мощностью до 1 м, насыщенный золой, углями, костями, предметами материальной культуры. Исследование технологии изготовления керамики позволяет связывать данное поселением с поздним периодом существования Аркаима (Гутков, 1999), а также с характерными материалами поселений срубной культуры. Помимо керамики в раскопе обнаружено множество изделий из кости и камня.

Возможно, также к рубежу эпох средней и поздней бронзы относится небольшое (4 жилищные впадины) Большекараганское поселение (Зданович и др., 2002). Оно расположено в 1,2 км к ЮВ от пос. Аркаим на левом берегу р. Б. Караганка, отделено от могильника излучиной этой реки и водами ее левого притока р. Утяганка. В 200–250 м к востоку находилась первая курганная группа Большекараганского могильника. Судя по обнаруженной на поселении керамике, оно входило в систему архео-культурного комплекса Аркаим.

Поселение Каменный брод располагается в 1 км к ЮЗ от Аркаима. Площадь поселения около 1 га, на снимках выделяется 11 слабовыраженных жилищных впадин размером от 5 × 15 до 10 × 20 м. Поселение было отнесено к периоду Аркаима (рубеж среднего – позднего бронзового веков) на основании подъемных сборов керамики (Зданович, 1997). Стационарные раскопки подтвердили этот вывод и дали дополнительную информацию. Раскопки производились в 2003–2006 гг. (Т.С. Малютина, Г.Б. Зданович), площадь раскопов – около 450 м². В ходе раскопок установлено, что первично площадка заселялась в эпохи мезолита–неолита. В вышележащих слоях вскрыто три одновременных жилища разных периодов эпохи бронзы, перекрывавших друг друга. Наиболее раннее из них синхронно Аркаиму, также выявлена керамика петровского и срубно-алакульского типов и периода финальной бронзы. В жилищах зафиксированы три колодца и комплексы печей и очагов, что позволяет рассматривать Каменный Брод как технологическую площадку. Колодцы и многие печи неоднократно перестраивались (Малютина, Зданович, 2012). В слоях эпохи бронзы обнаружен представительный набор предме-

тов из бронзы, глины, кости и многочисленные фрагменты керамических сосудов.

Поселение Калмыцкая Молельня (вкл. 6). Свое название памятник получил от близлежащего урочища с культовым местом XIX–начала XX вв. (Рыбалко, 1995). В ходе раскопок 1993, 2012–2013 гг. (С.Я. Зданович, Т.С. Малютина и др.) установлено, что основные этапы функционирования поселения связаны с периодом финальной бронзы (саргаринско-алексеевская культура). Об этом свидетельствуют исследования остатков постройки наземного типа со столбовыми конструкциями и двумя колодцами. Также найдены фрагменты керамики петровского и петровско-алакульских типов (начало эпохи поздней бронзы). Начало использования этой площадки относится к поздним фазам каменного века (неолит) и/или к энеолиту.

Поселение Черкасы II (1987 г., раскопки С.Я. Зданович). Площадь поселения составляет 21 600 м². Жилищные впадины распределены неравномерно, соединяются в блоки по 3–4 впадины. Результаты раскопок позволяют отнести памятник к эпохе финальной бронзы.

Из других памятников своими достаточно значительными размерами выделяются поселения Утяганское III и Ближний Хутор, площадью 10 тыс. м² каждое. Поселение у Александровской плотины интересно расположением жилищ – на снимках видны пять впадин размерами 10–15 × 5–10 м, расположенных по кругу (Батанина, Иванова, 1995). Памятник почти полностью разрушен при строительных работах.

Погребальные памятники эпохи бронзы. Большая часть курганных памятников долины не датирована. К бронзовому веку можно отнести 12 курганных могильников на основании данных топографии и внешнему виду объектов (Батанина и др., 2011). Археологические раскопки производились на шести памятниках.

Могильник Александровский IV – наиболее ранний памятник эпохи бронзы в долине. Расположен в 320 м от укрепленного городища Аркаим. Визуально фиксировалось 7 курганов, на снимках – 21, раскопано 6 курганов (Зданович, Гаврилюк, 1989). Центральные погребения курганов принадлежат носителям поздней культуры (приуральский вариант). По своей культурной принадлежности эти ранние погребения сопоставимы с захороне-

ниями Кизильского I могильника (Малютина, Зданович, 2013) и являются уникальными. При относительно скудном инвентаре (керамика, бронзовый нож) захоронения характеризуются сложным погребальным обрядом. Впускные погребения по керамике сопоставимы с культурным комплексом пос. Аркаим и, возможно, отражают ранний период его существования (Малютина и др., 2010).

Большекараганский могильник – самый крупный и значимый в долине. Он располагается в 3,5 км к В–СВ от п. Александровского на левом берегу р. Б. Караганка. Расстояние до укрепленного пос. Аркаим – 1,2 км. Тип могильника – курганный, общее количество курганов, выявленное по аэрофотоснимкам и визуально на местности, 35 (данные И.М. Батаниной). Шесть (?) курганов разрушены карьером. Могильник был открыт в 1971 г. разведочным отрядом Уральской археологической экспедиции (г. Свердловск) при обследовании проектной зоны строительства Караганской мелиоративно-оросительной системы. В 1987–1988 и 1991–1992 гг. экспедицией Челябинского государственного университета (ранее – Урало-Казахстанская археологическая экспедиция) было исследовано 18 курганов.

Могильник разновременный. По данным планиграфии и с учетом хронологических различий в составе могильника выделяется четыре курганные группы. Курганы I и IV групп относятся к эпохе бронзы. В группах II–III исследовано 12 курганов. Выявлен один курган (№ 2), относящийся к сарматскому (?) времени и 11 курганов (№ 1, 5–8, 10, 16–19, 21) – к позднесарматскому (гунно-сарматскому) времени (Боталов, 1993; Любчанский, Таиров, 1995). Группы I–III размещаются на участке первой надпойменной террасы, при этом курганы групп I–II плотно прижимаются к современной береговой линии. Курганная группа IV локализована в 300–400 м к востоку, она приурочена к структуре останцового типа. Курганы бронзового века занимают возвышенные участки, приподнятые над урезом воды на 3,5–4 м, на краях могильника, гунно-сарматские курганы располагаются на 2 м ниже в центральной части памятника.

Курганов эпохи бронзы в составе могильника, вероятно, было более десяти. Они имели размеры от 10 до 27 м. Группа I из трех курганов (№ 11, 20, 22) размещалась компактной цепочкой

по линии С–Ю. Они археологически исследованы в 1988 г. (Боталов и др., 1996). В группу IV предположительно входило девять курганов. Курганы образовывали цепочку, вытянутую в меридиональном направлении. Длина цепочки составляет около 200 м. В южной части цепочки размещено два крупных кургана – № 24 и 25. Остальные курганы, заметно уступающие им в размерах, локализованы в 80–120 м севернее, здесь цепочка превращается в скопление мелких насыпей. Летом 1988 г. исследован курган № 24 (Боталов и др., 1996). Курган № 25 изучался в 1991–1992 гг., одновременно производились археологические спасательные работы в зоне карьера (Зданович, 1995; Зданович и др., 2002).

Из курганов эпохи бронзы своими размерами, сложностью, деталями погребального обряда и архитектуры выделяются сооружения № 24 и 25. Это круглые (диаметром 17–18 и 22 м) могильные поля, окруженные мощными кольцевыми рвами. Могильные ямы подразделяются на центральные и периферийные. Погребения в ямах (одиночные, парные, групповые) совершены по обряду труположения, костяки слабо- или среднескорчены на левом или правом боку. Погребальная архитектура комплексов усложнена и монументальна. Широко использовалось дерево для перекрытий и обшивки стенок погребальных камер. Наблюдается стремление к вертикальному зонированию внутреннего пространства глубоких (до 3,5 м) могильных ям, путем сооружения двух-трех камер, расположенных одна над другой – полых, либо заполненных грунтом. Выявлены остатки опорных столбовых конструкций. Сопроводительный инвентарь погребений очень богат. Среди изделий из бронзы преобладают листовидные ножи, шилья, плоские топоры-тесла. Среди других предметов отмечались втульчатые долота, крюк, наконечник копья, а также изделия из кости: черешковые наконечники стрел, гарпуны, пряслица, различные наверхшия и насадки, псалий (атрибут конской упряжи). Массовыми являются находки каменных наконечников стрел и других орудий из камня (молотки, терочники). Примечательно обнаружение на кургане 25 ряда «престижных» предметов: каменной булавы, сложной бусины из камня, костяной «лопаточки». В керамических комплексах доминирует керамика синташтинского типа. Погребения сопровождаются многочисленными жертвоприношениями животных, на кургане 25 обнаружено не менее

110 особей животных (лошадей, коров, овец; есть останки собак и лисицы). Отмечаются особые «жертвенные» ямы, содержащие только кости животных и иногда глиняные сосуды.

В целом курганы эпохи бронзы Большекараганского могильника являются одним из важнейших источников по аркаимско-синташтинской культуре Южного Зауралья. Существование Большекараганского могильника в бронзовом веке можно с уверенностью связать с жизнью близлежащего укрепленного поселения Аркаим и его округи. Фактически речь идет о некрополе Аркаима. Оплывины наиболее крупных курганов (№ 24 и 25) также использовались для подзахоронений и в культовых целях в последующие эпохи (ранний железный век, средневековье).

Комплексный междисциплинарный подход к исследованию кургана 25 отражен в коллективной монографии (Зданович и др., 2002).

Могильник Калмыцкая Молельня расположен на правом берегу р. Б. Караганка в 1,2 км к западу от п. Александровского на сниженном педименте, который вдается в долину реки, на расстоянии около 4 км от пос. Аркаим (вкл. 6). В состав могильника входит 27 курганов. Все курганы земляные, диаметром от 12 до 25 м и высотой от 0,2 до 1,5 м. Размещение курганов лишено строгой закономерности, что, по-видимому, объясняется разновременным характером памятника. В 300–500 м к югу от могильника находится поселение эпох поздней и финальной бронзы. По-видимому, часть курганов Калмыцкой Молельни синхронна поселению. Могильник был открыт в конце 1980-х гг. при археологическом обследовании долины, проведенном в связи со строительством Караганской межхозяйственной оросительной системы. В 1992–1993 гг. раскопаны пять курганов в разных частях могильника. Курган 2 относится к раннему железному веку, датируется IV–III вв. до н.э. (Шиманский и др., 2013), остальные четыре – к эпохе бронзы.

Особый интерес представляет курган 4, имевший необычно крупные для бронзового века размеры. Высота кургана от уровня современной поверхности составляла около 1,5 м, диаметр – 25 м. В кургане выявлено 9 могильных ям и две ямы неопределенного назначения. Не исключено, что самое раннее погребение, впоследствии нарушенное, было сооружено еще в конце аркаимской эпохи. Основной комплекс кургана отражает реалии пост-

аркаимского времени: наличие срубной и алакульской керамики, отдельные петровские проявления. Исследования памятника носили комплексный междисциплинарный характер. В широком хронологическом диапазоне были изучены погребенные почвы курганов (Иванов, Чернянский, 1996).

Под насыпью кургана 1 было расчищено 6 могильных ям. Наиболее интересна центральная яма размерами 3 × 2 м с бревенчатым перекрытием и обкладкой, которая содержала два разновременных погребения. В одном из них был погребен подросток по обряду труположения на спине с подогнутыми ногами. На погребенном найдены многочисленные украшения: бронзовые и пастовые бусы, бронзовые браслеты, подвески из раковин, в изголовье погребенного стоял сосуд, который датирует погребение раннебронзовым временем. Второе погребение перекрывает захоронение с труположением и было совершено по обряду трупосожжения. С ним соотносится находка сосуда одного из завершающих этапов позднего бронзового века.

Другие погребальные памятники эпохи бронзы долины незначительны. Могильник Александровский содержал погребения срубной эпохи с незначительным инвентарем, также срубным оказалось «могильное поле», выявленное при раскопках комплекса кургана «с усами» Крутая Гора. Утяганский курган датирован «эпохой бронзы» по находке единичных фрагментов керамики (Батанина, Иванова, 1995).

Менгиры и аллеи менгиров. Зафиксировано 5 памятников, из них 4 – в СВ части заповедника (вкл. 13). Их функциональное назначение является дискуссионным, они часто не содержат датирующего археологического материала (Полякова, 2004). Тем не менее, накопленные данные позволяют связывать менгиры преимущественно с бронзовым веком. Можно отметить пространственную связь менгиров с поселениями этой эпохи (Полякова, 2006), а также видеть здесь связь с какими-то формами ритуально-погребальной обрядности. Так, под менгиром «Черкасинский» в Аркаимской долине выявлено скопление обожженных костей и фрагмент керамики эпохи бронзы (Д.Г. Зданович, Е.В. Куприянова, исследования 2002 г.). Под менгиром Лисьи горы, находящимся уже за условными пределами долины, обнаружено погребение женщины с двумя детьми, совершенное по стандартному обряду

срубной культуры. В погребении найдены сосуды и украшения. Как и Черкасинский менгир, менгир Лисьи горы установлен на окраине поселения позднего бронзового века (Петров, 2008).

Другие возможные проявления бронзового века можно видеть в объектах, расположенных на линии горизонта Аркаимской долины. При вскрытии Александровского 1 кургана (г. Шаманка) раннего железного века зафиксировались следы более ранней ямы (прокал, следы столба?). Возможно, яма относится к эпохе бронзы (Батанина, Иванова, 1995). Отметим, что гора Шаманка (палеовулкан Огненный) могла иметь значение для астрономических наблюдений жителей Аркаима (Kirillov, Zdanovich, 2002).

Сходное значение могла иметь выкладка из камней в виде трехлучевой свастики на горе Черкасинская сопка (объект «Стрела» в популярной литературе (Баятизов, 2004)). Объект не датирован, но такие же фигуры известны в качестве орнамента на украшениях и керамике эпохи бронзы (Зданович, 2003).

Исходя из приведенных данных, можно говорить о высоком уровне освоения Аркаимской долины в бронзовом веке. Нужно отметить, что наиболее сложная система пространственных связей объектов – поселений разного уровня, производственных площадок, некрополей и мест захоронений, культовых комплексов – сложилась в долине именно во время существования Аркаима, на начальном этапе позднего бронзового века Южного Зауралья.

ГЛАВА 4. КЛИМАТ И ЛАНДШАФТ АРКАИМСКОЙ ДОЛИНЫ В ЭПОХУ БРОНЗЫ

4.1. Палинологическое и микробиоморфное исследования и реконструкция палеоклимата в период Аркаима

Н. П. Герасименко, В. Е. Приходько

Палинологические исследования дают возможность реконструировать растительность древних времен. Растения, продуцировавшие пыльцу и споры, и восстанавливаемые зональные и локальные палеофитоценозы существовали в ландшафтно-климатической обстановке, соответствующей их эколого-ценотической приуроченности, поэтому результаты спорово-пыльцевого анализа палеопочв позволяют получать информацию об условиях формирования и эволюции ландшафтов. Палинологический анализ длительное время применяется для исследования торфов и донных отложений озер с целью реконструкции растительности разных периодов плейстоцена и голоцена (Клейменова, 1975; Серебряная, 1976; Волкова, Белова, 1980; Максимов, 1986; Герасименко, 2004; Болиховская, 2011; Бляхарчук, 2011 и др.). Этот метод также информативен в исследовании палеопочв и культурных слоев древних поселений для выявления условий обитания древних общностей (Спиридонова, 1991; Рябогина и др., 2005 и др.).

Микробиоморфный (фитолитный) анализ для слоя 0–2 см палеопочвы выполнен д. б. н. А.А. Гольевой (Москва). Палеопочва, сформированная под внешним валом, содержит большое количество аморфной органической массы и травянистого детрита крупного размера. В ней отмечается много кутикулярных слепков трав и копролитов почвенной фауны. Наличие кутикулярных слепков и крупного детрита является доказательством ненарушенной поверхности, а также свидетельствует о том, что почва перекрывалась валом во второй половине лета.

Среди биоморф в палеопочве встречается много фитолитов (таблица 2). В их составе преобладают формы лугового разнотравья. Фитолиты аридной флоры не встречены. Среди фитолитов доминируют формы, принадлежащие двудольным травам (46%). В какой-то мере наличие фитолитов двудольных трав указывает на

увлажненность климата, поскольку в пустынях этих форм мало. Фитолиты степных злаков составляют 29% и луговых злаков – 17%. В небольшом количестве выявлены фитолиты хвойных пород и лесных злаков. Фитолиты хвойных деревьев, лесных злаков, мхов и папоротников составляют по 2–3%. Встречена одна целая диатомовая водоросль, что также указывает на относительно влажные условия функционирования ценоза, но без застаивания воды и заболачивания почвы. Исследуемый слой палеопочвы, безусловно, был поверхностным, заросшим луговым разнотравьем.

Таким образом, микробиоморфный анализ свидетельствует, что во время формирования древнего поверхностного слоя почвы преобладало луговое разнотравье и встречались степные травы и лесные виды.

Спорово-пыльцевой анализ. Палинологический анализ слоя 0–2 см изучаемой палеопочвы проведен в двух повторностях. Все микрофоссилии имели хорошую сохранность, включая пыльцу злаков, которая обычно плохо сохраняется. В составе спорово-пыльцевого спектра пыльца трав составляет 68%, древесных пород – 20%, споры папоротников и мхов – 12% (таблица 3). В составе пыльцы трав преобладают злаки (33,5%) и разнотравье (43,5%) весьма богатого состава (11 семейств). Значительным является участие пыльцы осок (9%). Из других однодольных растений (кроме злаков и осок) единичными пыльцевыми зернами представлены лилейные и рогозовые. Участие палиноформ ксерофитов невелико: 6,5% пыльцы полыни, 5% пыльцы маревых (в том числе *Chenopodium album*, *Chenopodium botrys* и *Kochia prostrata*) и одно пыльцевое зерно эфедры. В группе разнотравья преобладает пыльца яснотковых (14%), заметным является участие пыльцы розоцветных (6,5%, включая степной кустарник *Spiraea*), цикори-

Таблица 2. Распределение отдельных групп фитолитов в палеопочве Аркаима

Растительные ценозы, шт./%							
всего	двудольные травы	хвойные	злаки			мхи, папоротники	обломки
			лесные	луговые	степные		
152/100	68/46	5/3	4/2	26/17	44/29	4/2	1/1

Таблица 3. Результаты спорово-пыльцевого анализа палеопочвы Аркаима

Таксон	Количество	
	шт.	%
<i>Picea</i> , ель	1	0.5
<i>Pinus sylvestris</i> , сосна обыкновенная	36	16
<i>Alnus glutinosa</i> , ольха черная	2	1
<i>Betula</i> , береза	1	0.5
<i>Ulmus</i> , вяз	1	0.5
<i>Tilia cordata</i> , липа сердцевидная	1	0.5
<i>Acer tataricum</i> , клен татарский	1	0.5
Malaceae, яблоневые (в том числе боярышник, шиповник)	1	0.5
<i>Lonicera</i> , жимолость	1	0.5
<i>Spiraea</i> , таволга	1	0.5
Роасеae, злаки	50	23
Сурерасеae, осоки	14	6
Lamiaceae, яснотковые	21	10
Rosaceae, розоцветные	10	5
Fabaceae, бобовые	8	4
<i>Artemisia</i> , полынь	10	5
Cichoriaceae, цикориевые	9	4
Asteraceae, астровые	7	3
Chenopodiaceae, маревые	8	4
Apiaceae, сельдерейные	1	0
Plantaginaceae, подорожниковые	3	1
Rapaveraceae, маковые	1	0.5
Boraginaceae, бурачниковые	1	0.5
<i>Cannabis</i> , конопля	2	1
Ranunculaceae, лютиковые	2	1
<i>Ephedra</i> , эфедра	1	0.5
Liliaceae, лилейные	1	0.5
<i>Typha latifolia</i> , рогоз	1	0.5
Bryales, зеленые мхи	9	4
Polypodiaceae, многоножковые папоротники	12	5
<i>Pteridium</i> , папоротник орляк	5	2
Всего пыльцы деревьев и кустарников:	45	20
трав и кустарничков	149	68
спор	26	12
разнотравья	65	30
травянистых ксерофитов	19	9
Общая сумма палиноформ	220	100

евых (6%), астровых (4.5%) и бобовых (5%). Пыльца других представленных семейств разнотравья содержится в небольших количествах: подорожниковые (2%), лютиковые и коноплевые (по 1%), зонтичные, маковые, бурачниковые (единично). Следует отметить, что среди пыльцевых зерен злаков часто встречаются крупные, морфологически напоминающие пыльцу культурных злаков (*Secalialia*).

Богатый состав разнотравья и значительное участие в нем семейств розоцветных и цикориевых, среди представителей которых очень мало степных растений, свидетельствует, что в составе растительности участвовало именно луговое разнотравье. Однако повышенное участие пыльцы цикориевых и астровых может быть объяснено и антропогенным фактором. На поселениях обычно фиксируется обилие их пыльцы (Лаврушин, Спиридонова, 1999; Герасименко, 2004). Кроме того, с воздействием антропогенного фактора (вытаптыванием) могло быть связано распространение подорожниковых и маревых (*Chenopodium album* – типичное сорное растение). Маковые и коноплевые также могли быть сорными растениями. Пыльца степных растений преобладает в составе семейств яснотковых и маковых, представленных в спектре. К ним также относятся полынь, конопля и эфедра. В целом, участие луговых элементов было все же выше, чем степных.

Присутствие в спорово-пыльцевом спектре пыльцы других гидро- и гигрофитных растений (рогоза и значительного количества осок) подтверждает относительную близость местонахождения к водным или заболоченным объектам, откуда могла поступать также и пыльца тростника.

Среди спор несколько преобладают папоротники (семейства многоножковых 5,5% и орляка 2%), спор зеленых мхов насчитано 4%. В группе древесных растений резко преобладают микрофоссилии сосны (80%). Встречено два пыльцевых зерна ольхи и по одной пылинке – ели, березы, яблоневых, жимолости, и, что особенно интересно, единичные микрофоссилии широколиственных пород: вяза, клена татарского и липы сердцевидной.

Совершенно уверенно идентифицированы пыльцевые зерна хорошей сохранности клена татарского и вяза. При этом макроостатки вяза также найдены на древнем поселении Аркаим (Гайдученко, 2010). Можно полагать, что эти растения входили в со-

став подлеска боров или степных перелесков совместно с вышеназванными кустарниками. Пыльцевое зерно липы по сравнению с палиноформами этого вида в Восточной Европе имеет меньшие размеры и как бы редуцировано (возможно, оно продуцировано особями, произраставшими на краю своего естественного экологического ареала).

Исходя из процентного содержания пыльцы древесных пород, можно предположить, что лесные массивы находились на некотором расстоянии от поселения. Возможно, они, как и сейчас, занимали высокие части склонов долины. Во время существования поселения это были светлые сосновые боры со спорадическим участием березы и ели, на опушках росли жимолость и представители семейства яблоневых (боярышник, шиповник, дикая вишня). В наземном покрове принимали участие папоротники семейства многожковых, орляка и зеленые мхи. Возможно, вышеперечисленные кустарники из семейства яблоневых образовывали в степи (вместе с таволгой) и самостоятельные формации, занимавшие, однако, небольшие площади. Так, в кустарниковой степи Донбасса и Восточного Крыма участие в спорово-пыльцевых спектрах пыльцы яблоневых (боярышника, шиповника, дикой груши и терна) значительно выше. В пойме изредка произрастала ольха.

Таким образом, на описываемом отрезке времени Аркаим был окружен разнотравно-злаковой или злаково-разнотравной степью со значительным участием лугового разнотравья. На отдалении находились светлые сосновые леса (*Pinus sylvestris*) с папоротниковым покровом и кустарниками на опушке. Возможно, существовали и небольшие массивы степных кустарников и невысоких деревьев, в том числе широколиственных: вяза и клена татарского. На небольшом расстоянии находились также обводненные участки с осоками, рогозом, ольхой, возможно, тростником. Воздействие человека на растительность проявилось в усилении роли травянистых растений, занимающих нарушенные местообитания, – сорняков (цикориевых, астровых, маревых, возможно подорожниковых, коноплевых и маковых). Дальнейшего изучения требует морфология пыльцы злаков и конопли, напоминающих культурные.

Подводя итог, можно отметить, что спорово-пыльцевой спектр палеопочвы Аркаима относится к степному типу, но уже

переходному к лесостепному. Исходя из состава растительности, климат (или микроклимат) ни в коей мере не был засушливым и холодным. Наличие пыльцы широколиственных пород (вяза, клена татарского и липы), рогоза и конопли позволяет предполагать, что климат был несколько теплее современного. Что же касается увлажнения, то на останце рядом с рекой, где расположено поселение, в составе травянистого покрова, как и сейчас, было достаточно много лугового разнотравья. Современная лесная растительность (осиново-березовые, лиственнично-березово-сосновые травянистые колки и леса) отображает условия более континентального и холодного климата, чем сосновые леса с папоротниковым покровом, встречавшиеся во времена Аркаима. Пыльца лиственницы не была встречена в палеопочве, однако необходимо отметить, что она плохо сохраняется в ископаемом состоянии. Также в современном составе растительности не отмечены ольха и ель – влаголюбивые породы, которые встречались во время существования поселения. И главное – низкое участие пыльцы травянистых ксерофитов и галофитов в палеопочве не соответствует современному довольно широкому распространению полыней и солонцовой растительности (Ермолаев, 1999). Более корректное сопоставление возможно при анализе поверхностной пробы рядом с поселением.

Впервые спорово-пыльцевой анализ выполнялся во время археологических раскопок Аркаима в 1990-е годы. Е.А. Спиридонова провела палинологические исследования образца фоновой современной почвы с глубины 65–70 см, имеющего некалиброванный возраст по ^{14}C 4130 ± 110 лет, и показала существование в этот период достаточно аридных условиях (Лаврушин, Спиридонова, 1999). Это не согласуется с нашими данными, что можно объяснить несколько более древним радиоуглеродным возрастом почвенного слоя, используемого Е.А. Спиридоновой для спорово-пыльцевого анализа.

Древнее земледелие Аркаима. Выявлено, что во II тыс. до н. э. на большей части территории лесной зоны Восточной Европы было развито земледелие и животноводство, а в более южных и западных районах Европы они появились в более ранний период (Краснов, 1971). В Китае при раскопках города Эрлитоу возрастом 4250–2800 лет установлено, что его жители выращивали 5 сельскохозяйственных культур: два вида проса, рис, пшеницу и сою

(Li Liu, Hong Xu, 2007). Допускается возможность существования земледелия в Аркаиме в поздней бронзе 3,6 тыс. л. н. (Лаврушин, Спиридонова, 1999).

Следует отметить, что среди пыльцевых зерен злаков часто встречаются крупные, морфологически напоминающие пыльцу культурных злаков (*Cerealia*). Наша палеопочва относится к более раннему возрастному интервалу, чем описанный Е.А. Спиридоновой, а пыльцы, морфологически подобной *Cerealia*, в ней даже больше, чем на поселениях срубной культуры степной зоны Украины (Герасименко, 2004). Следует иметь в виду, что на поселении Аркаим найдены макроостатки тростника и коостреца (Гайдученко, 2010), а пыльцевые зерна этих дикорастущих злаков (особенно тростника) морфологически подобны пыльце культурных злаков. Следует отметить, что по размеру зерна и по размеру пор пыльца конопли больше напоминает таковую окультуренного вида *Canabis sativa*. Однако Д.Г. Зданович (2011) считает, что жители Аркаима использовали в пищу овес, просо, но пока нет убедительных данных о том, что в «Стране городов» их выращивали.

В материалах некоторых поселений и могильников выявлены немногочисленные остатки культурных злаков: проса и ячменя. Изучение пищевых пригаров на керамике с могильников и поселений «Страны городов» показало, что основная масса исследованных сосудов содержала остатки мясных похлебок и молочных каш, сваренных из злаковых растений – проса, ячменя и пшеницы (Гайдученко, 2010). Более подробная информация о состоянии древнего земледелия в Аркаиме приведена в главе 5.

Таким образом, на основании палинологического и микробиоморфного анализов слоя 0–2 см палеопочв Аркаима нами выполнена реконструкция растительного покрова древнего поселения Аркаим. Произрастание сосновых лесов с папоротниковым покровом, примесь влаголюбивых пород (ольхи, ели), а также низкое участие в составе степной растительности ксерофитов и галофитов, значительная роль лугового разнотравья соответствуют более влажным климатическим условиям, чем современные. Наличие пыльцы широколиственных пород (вяза, клена татарского и липы), рогоза и конопли может свидетельствовать о несколько более теплом климате, чем в настоящее время. Спорово-пыльцевой спектр палеопочвы укрепленного поселения Аркаима

относится к переходному от степного типа к лесостепному. Судя по результатам спорово-пыльцевого и микробиоморфного (фитолитного) анализов, климат во время сооружения стены поселения был несколько влажнее и теплее современного.

Благодарность. Авторы благодарят д. б. н. А.А. Гольеву за помощь в выполнении микробиоморфного анализа палеопочвы.

4.2. Палеопочвенные исследования поселения Аркаим и курганов Аркаимской долины, реконструкция палеоклимата

В. Е. Приходько, И. В. Иванов, Д. В. Манахов, С. С. Чернянский, К. Инубуши

На основании исследования палеопочв, законсервированных под археологическими памятниками и в грунтовой толще, можно реконструировать палеоэкологическую обстановку жизни древних людей и установить вековую динамику почв, растительности и климата на протяжении существования датированных объектов, а также получить некоторые сведения об укладе хозяйствования разных этносов прошлого и роли природных условий в их функционировании (Шнитников, 1957; Крупеников, 1960; Золотун, 1974; Александровский, 1983; Хотинский, Савина, 1985; Хотинский, 1977; Борисенков, Пасецкий, 1988; Геннадиев, 1990; Иванов, 1992, 2014; Величко и др., 1994; Демкин, 1997; Ахтырцев и др., 2003; Деревянко и др., 2003; Дергачева, 1997; Таиров, 2003; Дирксен, Чугунов, 2007; Епимахов, 2007; Якимов и др., 2007; Blecker et al., 1997; Molnár et al., 2003; Retallack, 2011 и др.). Проведенная в Пушино в апреле 2014 г. конференция по археологическому почвоведению, посвященная памяти В.А. Демкина, выявила многообразие совместных исследований на исторических объектах почвоведов, археологов, палеоботаников, палеогеографов и др. В ее трудах И.В. Иванов (2014) обобщил достижения почвенно-археологических исследований за более чем 100-летний период.

За последние 20–30 лет получены новые данные о палеопочвах и проведена реконструкция климата эпохи бронзы разных регионов, в том числе Южного Урала, особенно после открытия и изучения ряда археологических памятников, входящих в состав «Страны городов» (Иванов, Чернянский, 1996; Чернянский и др.,

1999; Таиров, 2003; Плеханова и др., 2005, 2007; Чендев, Иванов, 2007; Гольева, Хохлова, 2010; Приходько и др., 2012, 2013 и др.). Многие из этих памятников датируются археологами ранним периодом поздней бронзы и принадлежат синташтинской археологической культуре (3,8–4,1 тыс. л. н., археологический метод). Охарактеризованы палеопочвы большого Синташтинского кургана (Хохлова и др., 2008; Гольева, Хохлова, 2010; Prikhodko et al., 2010). Показана эволюция черноземов Зауралья за последние 4 тыс. лет, выявлено сходство и различие их развития по сравнению с черноземами Восточной Европы и Северного Казахстана (Демкин и др., 1995; Иванов, Чернянский, 1996; Рысков, Демкин, 1997; Чернянский и др., 1999). Установлена возможность использования различных характеристик гумуса и элементного состава гуминовых кислот, выделенных из палеопочв, для реконструкции природной среды естественных и агрокультурных ландшафтов прошлого (Бирюкова, Орлов, 1980; Дергачева, 1997; Дергачева, Васильева, 2006; Бирюкова и др., 2008; Чуков, Рюмин, 2010; Золотарева, Демкин, 2013). Также этими исследователями показано, что информативными для выявления динамики климата служат следующие признаки гумусного состояния почв: содержание С орг, групповой состав гумуса, величина гумификации (С гк/С орг), отношение С гк/С фк, содержание углеводов, хлорофилла и др.

С помощью метода дешифрирования аэрофотоснимков подсчитано, что археологические памятники занимают около 1% территории Аркаимской долины (3000 га) (Плеханова, Демкин, 2005; Плеханова и др., 2007). Ее освоение людьми происходило в основном в эпоху бронзы (74% из 114 археологических памятников датируются этим временем). В настоящей главе представлена детальная характеристика палеопочв Аркаимской долины и дана реконструкция палеоклимата в период функционирования синташтинской культуры. Эти данные важны для установления развития почв, изменчивости экологических условий бронзового века, выявления причин поэтапного заселения Уральского региона.

Сохранность погребенных почв и некоторые особенности интерпретации их профиля. Репрезентативность природных реконструкций при сравнительном изучении палеопочв археологических памятников в значительной степени определяется сохранностью их исходных свойств. Как известно, некоторые из них претерпевают значительные изменения, обусловленные прекра-

щением поступления растительного опада, нисходящей миграцией водорастворимых веществ и карбонатов из насыпи. На сохранность погребенных почв также оказывают влияние высота перекрывающей насыпи, деятельности животных, поселяющихся в насыпи курганов (Золотун, 1974; Александровский, 1983; Губин, 1984; Демкин, Иванов, 1987; Иванов, 1992; Пузанова, 1992; Геннадиев, Пузанова, 1994; Демкин, 1997; Рысков, Демкин, 1997).

Сохранность свойств исследуемых погребенных почв хорошая. Курганные насыпи создавались из смеси горизонтов древних почв и изначально содержали некоторое количество углекислых и легкорастворимых солей. Карбонатный профиль древних почв сохранился мало искаженным. Погребенный гор. А1 не вскипает от HCl. Реконструкция исходного состояния солевого и карбонатного профиля, возможна путем «отсечения» верхнего диагенетического максимума солей в гор. А1 и АВ. Значение рН среды в полуметровом слое погребенных почв обычно на 0,3–1 ед. выше, чем в дневных почвах, вследствие его обработки солевыми растворами, поступившими из насыпи. Контакт насыпь/погребенная почва выражен очень четко. Он маркируется осветленной прослойкой, сформировавшейся в верхней части гумусового горизонта, которая соответствует былой дернине (гор. АО).

Причиной уменьшения содержания гумуса при диагенезе погребенных почв является его биоминерализация при прекращении процессов поступления опада и обновления гумуса. Показано, что в гумусовом горизонте погребенных почв через 3–4 тыс. лет сохраняется около 35–37% от исходного содержания гумуса (Иванов, 2014).

Диагенетические изменения отмечены и для структуры палеопочв. В настоящее время в палеочерноземах она преимущественно пылеватая, но в отдельных микроучастках сохраняются фрагменты исходной зернистой структуры. Другие почвенные показатели сохраняются благодаря изолирующей роли насыпи и устойчивости свойств.

Объекты и полевые методы исследования. Объектами изучения служили палеопочвы, погребенные под стенами *укрепленного поселения Аркаим* (N52°38.962', E59°34.227') и близлежащие дневные фоновые современные почвы (N52°38.877', E59°34.260'). Памятник располагается на абсолютной высоте 314,5 м. Изучено 7 разрезов палеопочв и 10 разрезов фоновых со-

временных почв. Археологические раскопки проводились под руководством Г.Б. Здановича. По подсчетам археологов высота земляных развалов стен поселения составляла 0,7 и 1,4 м, в настоящее время она уменьшилась приблизительно на треть (Зданович, Батанина, 2007). Уровень грунтовых вод залегает на глубине около 4 м. Фоновые современные почвы представлены черноземами обыкновенными разной степени засоления и осолонцевания.

Также исследовали палеопочвы, выявленные под курганами *могильника Калмыцкая Молелья* (N52°39.342', E59°32.178'), имеющих возраст близкий к поселению Аркаим. Они расположены в 1,2 км к западу от пос. Александровский, на площадке мыса, образованного петлеобразной излучиной р. Б. Караганка, на расстоянии около 4 км от пос. Аркаим. Раскопки этого объекта проводили сотрудники ЧелГУ: Т.С. Малютина, А.Д. Таиров, Д.Г. Зданович, Н.О. Иванова. Участок могильника представляет собой поверхность пониженного педимента, вдающегося в долину р. Б. Караганка. Абсолютные отметки высот 320 м над ур. м., углы наклона менее 2°. Почвообразующие породы – щебнистые незасоленные суглинки мощностью 40–80 см, залегающие на щебнистых песках древнеделювиального происхождения. Грунтовые воды расположены на глубине более 8 м. Подробная характеристика палеопочв могильника дана ранее (Иванов, Чернянский, 1996).

Угодье на всех фоновых современных почвах – многолетняя залежь с разнотравно-типчаково-ковыльной растительностью.

Применялся полевой морфологический метод исследования почв с описанием и фотографированием. Реконструкция экологических условий эпохи бронзы проводилась на основе сравнения свойств семи разрезов погребенных палеопочв и десяти разрезов дневных фоновых (современных) почв. Для характеристики фоновых почв выбирались участки, близкие по абсолютной высоте и гранулометрическому составу к почвам культурно-исторического комплекса. Территория характеризуется разнообразием гранулометрического состава почвообразующих пород и почв. Поэтому при выборе фоновых почв для сравнения с палеопочвами закладывалось 10 прикопок глубиной 50 см. После их морфологического изучения выбиралось местоположение опорных разрезов фоновых почв.

Радиоуглеродное датирование времени сооружения Аркаима. Точность определения возраста археологическим методом

для памятников эпохи бронзы составляет $\pm 100\text{--}200$ лет. Датировка сооружения стен древнего поселения проводилась по ^{14}C органического вещества верхнего (0–5 см) слоя палеопочв, погребенных под его стенами. Выполнялось также определение возраста гумуса по ^{14}C фоновых почв. При использовании данных радиоуглеродного датирования гумуса палеопочв для установления дат сооружения искусственных насыпей и, соответственно, погребения почв, использовался подход, согласно которому возраст захоронения палеопочв вычисляется по разности между возрастом гумуса верхнего (0–5 см) слоя погребенной и фоновой почвы (Чичагова, 1995; Alexandrovskiy et al., 1996). Некалиброванный возраст гумуса слоя 0–5 см палеопочв равен $3,840 \pm 140$ лет, слоя 0–25 см фоновых почв – 450 ± 60 радиоуглеродных лет (таблица 4). Поэтому некалиброванная дата сооружения оборонительного вала-стены поселения Аркаим составляет $\sim 3,4$ тыс. л. н. или калиброванная датировка с достоверностью 1σ (57,4%) – 4–3,7 и достоверностью 2σ (95,4%) – 4,25–3,4 тыс. л. н.

И.В. Ивановым (2012) предложена новая методика определения времени погребения почв по содержанию ^{14}C в гуминовых кислотах (ГК) их гумуса, приведем ее краткое обоснование. Применение к почвам подхода, используемого для датирования по угля, коллагену, древесине, неправомерно. Характерное время ^{14}C

Таблица 4. Результаты радиоуглеродного датирования гумуса почв Аркаима

Почва, разрез, глубина, см	Лабораторный номер	Возраст ^{14}C гумуса почв	
		ВР некалиброванный (лет назад)	ВС калиброванный, лет до н. э., вероятность 1σ и 2σ
Палеопочва, разр. 3, 0–5 см	Ki-17095	3840 ± 140	1σ 2490–2120 BC, 57,4%, 1σ 2090–2030 BC, 7% 2σ 2700–1850 BC, 95,4%
Палеопочва, разр.2, 25–50 см	Ki-16811	3210 ± 130	1σ 1690–1370 BC, 64,4% 2σ 1900–1100 BC, 95,4%
Фон, разр. 1, 0–25 см	Ki-16812	450 ± 60	1σ 1400–1500 AD, 63,8% 2σ 1390–1530 AD, 76,3%, 2σ 1550–1640 AD, 17,2%
Фон, разр. 1, 38–62 см	Ki-16814	3050 ± 70	1σ 1410–1250 BC, 57,4% 2σ 1450–1050 BC, 95,4%

в гуминовых кислотах составляет 1600 лет, у древесины и других органических веществ – годы и десятки лет. В связи с этим усвоение ^{14}C ГК из атмосферы через трофические цепи и в процессе разложения органического вещества происходит усредненно за 1600 лет. Среднее содержание ^{14}C в атмосфере за период, предшествующий погребению почв Аркаима (~3800–5400 л. н.) равно 104,27% от эталона NBS. Сделано допущение, что коэффициент концентрации гуминовыми кислотами почв ^{14}C из атмосферы (Кп/а) для одного типа почв в относительно близких климатических условиях есть величина стабильная. Среднее содержание ^{14}C в атмосфере за последние 1600 лет равно 99,07% от эталона и в ГК для слоя 0–20 см черноземов района Аркаима – 94,4 % от эталона. $\text{Кп/а} = 94,4 : 99,07 = 0,953$. Содержание ^{14}C в ГК почв (в процентах эталона) определено путем пересчета радиоуглеродных дат ГК почв, в которых обычно выражаются результаты радиоуглеродных анализов. Пересчет проводился по формуле: $T = -\ln(A) \times 8267$, где T – время погребения почв, A – доля ^{14}C от исходного. Определим исходное содержание ^{14}C в ГК палеопочвы Аркаима на момент погребения для слоя 0–20 см: ^{14}C исх = 104,27 (среднее в атмосфере за 1600 лет, предшествующих погребению почвы) $\times 0,953$ (Кп/а) = 99,37% от эталона. Среднее содержание ^{14}C в ГК погребенной почвы Аркаима соответствует 3670 радиоуглеродным некалиброванным годам, что равно 63,4% от эталона. Итак, имеем исходное содержание ^{14}C до погребения – 99,37% и в той же палеопочве, время нахождения которой в погребенном состоянии нужно определить – 63,4%. Доля содержания ^{14}C в погребенной почве от исходного составляет 0,638 (или 63,8 отн. % от ^{14}C исходного, принятого за 100%). Потери 36,2% ^{14}C от исходного определяются несколькими факторами. Главный из них – радиоактивный распад ^{14}C от исходного; оставшаяся доля соответствует времени погребения, которое равно 3715 лет (определено по формуле: $T = -\ln(0,638) \times 8267 = 3715$ лет).

Однако не все потери ^{14}C определяются радиоактивным распадом. Гумус черноземов в исходном состоянии содержал лабильную фракцию, легкодоступную микроорганизмам, которая в погребенной почве минерализовалась вместе с содержащимся в ней ^{14}C . Такие биоминерализационные потери ^{14}C обычно включаются в состав радиоактивных потерь и тем самым несколько увеличивают время погребения. Было проведено сопоставление радио-

углеродных дат для 15 археологических объектов с известным (достоверным) возрастом с датами по гумусу, полученными выщепившим способом. Такое сравнение показало, во-первых, применимость способа и, во-вторых, превышение возраста по ^{14}C в ГК гумуса погребенных почв на 250 лет над известным возрастом объектов, предположительно за счет биоминерализационных потерь ^{14}C . Достоверность даты по совокупности всех объектов была оценена в 0,8, а ошибка даты в ± 150 лет. С учетом сказанного, время погребения изученной почвы Аркаима по ^{14}C ГК гумуса составляет 3465 ± 150 лет с вероятностью 0,8. Полученная дата должна рассматриваться в ряду калиброванных дат, так как в процедуре использовалось исходное содержание ^{14}C в погребенной почве, определенное с учетом изменения его меняющегося содержания в древней атмосфере. При этом остается неопределенность, связанная с вопросом: когда были погребены почвы под оборонительными стенами – в начале строительства поселения Аркаим или ближе к концу его существования.

Общие свойства почв. *Фоновые (современные) почвы Аркаима* изучены в 10 разрезах. Литологический профиль: верхняя толща до глубины 80–100 см представлена легким суглинком и супесью с большим количеством частиц крупного и мелкого песка (57–68%), а также гравия и гальки (6–17%) (таблица 5).

Нижележащая подстилающая толща мощностью 100–220 см состоит из слоистого песка с чередованием прослоев различной крупности зерен. Поэтому разрезы глубже 1,8–2,2 м не копались. В верхних горизонтах современных и палеопочв по гранулометрическому составу не отмечено принципиальных различий. Во втором полуметре фоновых почв наблюдается небольшое утяжеление гранулометрического состава, в слое 50–100 см палеопочв – уменьшение содержания фракции физической глины.

Особенности водного режима обусловлены двучленностью пород и полигонально-блочным строением профиля почв. Двучленность почвообразующей породы (подстиление относительно тяжелых отложений более легкими) определяет накопление некоторого дополнительного количества влаги в нижней части суглинистого наноса (Роде, 1959). По этой причине в гор. В и ВС периодически возникает испарительный режим при общей хорошей проницаемости всего почвенного профиля.

Таблица 5. Гранулометрический состав почв Аркаима

Глубина, см	Содержание фракций, %; размер частиц, мм					
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001
Погребенная почва, <i>n</i> = 3						
0–12*	51	10	13	6	10	10
35–67*	61	7	10	5	7	10
0–19	45	16	12	5	7	15
19–35	50	15	10	4	6	14
35–49	61	14	6	4	6	10
49–73	64	14	5	3	5	9
73–100	60	15	7	3	4	11
100–140	87	8	0	2	2	1
Современная фоновая дневная почва, <i>n</i> = 2						
0–22	43	18	20	6	7	6
22–37	48	16	10	6	9	10
37–53	43	14	12	4	10	16
53–77	59	12	6	2	7	13
77–100	60	15	7	3	4	11

*Стена-насыпь.

Трещиноватость и полигональность почв поддерживается сочетанием явлений зимнего промерзания и летнего иссушения. Суглинистый слой и верхняя окаربоначенная часть песков ведут себя, как толща с едиными реологическими свойствами. Горизонтальные зачистки профиля выявляют признаки перестроек полигонов и языков; более древние из них имеют бледную окраску. Общие свойства исследуемых почв отражает таблица 6.

Почвы фона характеризуются следующей реакцией среды по профилю (рН водный): в гор. А1 – нейтральный, АВ – слабощелочной, глубже – щелочной.

Гумусовый профиль (гор. А+АВ) фоновых почв имеет большую мощность 37±4 см, она колеблется от 26 до 45 см. Мощность собственно гумусового гор. А1 фоновых почв составляет 22±6 см, варьируя от 18 до 27 см. В поверхностном слое сконцентрировано 3,04±0,38% органического вещества, и его содержание резко убывает вниз по профилю почв: в гор. АВ уменьшается до 1,43±0,18%, в гор. Вса – до 0,51±0,14%. В верхней части профиля почв отмечается чередование темно-серых гумусовых языков с желто-коричневыми заклинками.

Таблица 6. Свойства погребенных и современных почв Аркаима ($n = 4-11$), %

Объект	Гори-зонт	Нижняя граница горизонта, см	рН водный	С орг	ЕКО, мг-экв/100 г	Обменный Na ⁺ , % ЕКО	<0.01 мм	СаСО ₃	Типс	Сумма солей	Подвижные, мг/100 г	
											Р ₂ О ₅	К ₂ О
Стена-насыпь	А1	0-12	6.9	2.83	12.7	0	26	1.6	0.01	0.04	3	26
	АВ	12-22	7.9	2.0	11.9	8	22	1.9	0.01	0.09	1.4	21
	В1	22-35	8.9	1.83	42	3	24	2.7	0.11	0.21	-	-
Палеопочва	Вса	35-67	9.3	1.2	47	9	22	7.6	0.12	0.21	0.7	27
	А1	19±3	9.4	<u>1.17±0.13</u> 2.93±0.33*	23.9	10	27±3.1	2.0±1.3	0.07	0.18	1.1	28
	АВ	35±4	9.5	<u>0.61±0.05</u> 1.52±0.12	20.2	8	24±3.8	2.2±1.5	0.02	0.18	1.7	20
Фон	В1	49±7	9.3	0.45±0.09 1.13±0.23	19.0	9	19±2.9	4.2±1.2	0.05	0.17	1.3	5
	Вса	73±5	9.3	0.21±0.05 0.52±0.12	17.8	6	17±1.2	6.3±3.5	0.4	0.24	-	5
	ВСаа	100±5	9.3	<u>0.14±0.06</u> 0.35±0.14	-	-	18±2.0	7.3±2.0	0.44	0.08	-	-
Фон	Дса	150	-	-	-	-	5	6.8	0.55	0.06	-	-
		200						4.5	0.4	0.08	-	-
	Ад+А1	22±6	7.2	3.04±0.38	22.2	5	19±2.9	1.7±0.5	0	0.08	1.5	33
	АВ	37±9	8.3	1.43±0.18	25.5	18	26±3.0	2.5±2.1	0	0.40	1.6	31
	В1са	53±7	9.2	1.06±0.14	23.0	16	31±2.5	4.9±3.7	0	0.53	-	-
	Вса	77±4	9.3	0.51±0.14	20.4	17	23±2.2	9.3±2.0	0.1	0.41	-	-
ВСаа	100±5	9.3	0.24±0.05	-	-	18±2.0	10.5±3.2	0.5	0.20	-	-	
Дса	200		-	-	-	-	5	4.4	0.6	0.15	-	-

* Реконструированное содержание С орг. Примечание. Прочерк – не определяли.

Палеопочвы, погребенные под стенами поселения Аркаим. Исследовано 7 погребенных почв. Мощность гумусового горизонта палеопочв (35 ± 4 см) близка фоновым почвам. Гумусированность профиля палеопочв немного меньше, чем современных почв. В гор. А1 содержание С орг составляет 1,17%, реконструированное – $2,93 \pm 0,33$, фоновых почв – $3,04 \pm 0,38$. Морфология и расположение гумусовых языков в профиле погребенных и фоновых почв не различаются.

Магнитная восприимчивость почв (χ). Ее величина в исследуемых почвах средняя и составляет от (88 до 155) $\times 10^{-5}$ единиц СИ (таблица 7). Максимальное ее значение отмечается в верхнем горизонте и постепенно уменьшается по профилю почв. Значения этого показателя близки во всех исследуемых почвах: фоновой современной, погребенной и в насыпи-стены. В карбонатных горизонтах значения магнитной восприимчивости значительно уменьшаются по сравнению с вышележащими горизонтами. По сравнению с почвообразующей породой в верхних горизонтах ее значение увеличивается.

В целом профильная кривая магнитной восприимчивости аналогична по характеру кривой профильного распределения гумуса. Это обусловлено тем, что условия преобразования железистых минералов, способствующие концентрации ферромагнетиков и, следовательно, увеличению магнитной восприимчивости, близки

Таблица 7. Магнитная восприимчивость почв Аркаима, χ

Горизонт	Глубина, см	$\chi, \times 10^{-5}$ ед. СИ	Горизонт	Глубина, см	$\chi, \times 10^{-5}$ ед. СИ
Современная почва (фон)			Почвы насыпи и погребенная		
A1	0–26	155	A1, насыпь	0–21	154
AB	26–40	133	AB, насыпь	21–67	131a
BA	40–50	101	BC, насыпь	21–67	108b
Bca	50–	95	A1	0–16	152
	95		ABca	16–30	127
CD	95–	86	Bca	30–53	114
	140		Bca	53–73	111
D	140–170	88	Cdca	73–118	95
			D	118–183	110

Примечание. a, б – при больших расхождениях в определении приводятся крайние значения.

условиям, приводящим к накоплению гуминовых кислот. Магнитная восприимчивость в основном зависит от состава различных форм соединений железа, наличия сильномагнитных железистых минералов: магнетита и маггемита (а также их титаносодержащих разновидностей) – и их способности к намагничиванию в магнитном поле (Вадюнина, Бабанин, 1972 и др.). Изменение магнитной восприимчивости в процессе почвообразования зависит от биоклиматической обстановки и расположения почв в геохимическом ландшафте. При доминировании окислительных условий ее величина по сравнению с материнской породой увеличивается, а в восстановительной обстановке преимущественно уменьшается. В целом, как дополнительный показатель она может использоваться при оценке эволюции почв и реконструкции палеоклимата (Вадюнина, Бабанин, 1972; Алексеев и др., 1988).

Минералогический анализ илистой фракции древних и современной почв². В фоновой почве содержание илистой фракции, определенное по результатам отмучивания, составляет 15–17% и слабо дифференцировано в пределах исследованной толщи (таблица 8). При определении содержания ила общепринятым методом с предварительной обработкой пирофосфатом Na наблюдается значительно меньший выход илистой фракции, особенно в гор. А1. Эти данные позволяют заключить, что значительная часть илистой фракции в исследованной почве находится в составе прочных агрегатов, которые не диспергируются при обработке пирофосфатом Na.

В составе илистой фракции фоновых почв преобладают минералы с жесткими структурами: каолинит, который по методике Корнблюма определяется в сумме с хлоритом (51–55%) и диоктаэдрический иллит (35–40%). При этом в сумме каолинита и хлорита хлорит составляет значительную долю – об этом свидетельствует отчетливый максимум в области 14,2 Å на рентгенограмме образцов, прокаленных при 550°C (рис. 6, рис. 7). На долю лабильных минералов приходится 9–10% от суммы трех компонентов, и они представлены преимущественно неупорядоченными

² Раздел приведен по материалам статьи В.Е. Приходько и др., 2013, в которой раздел по составу глинистых минералов илистой фракции почв написан проф. Т.А. Соколовой.

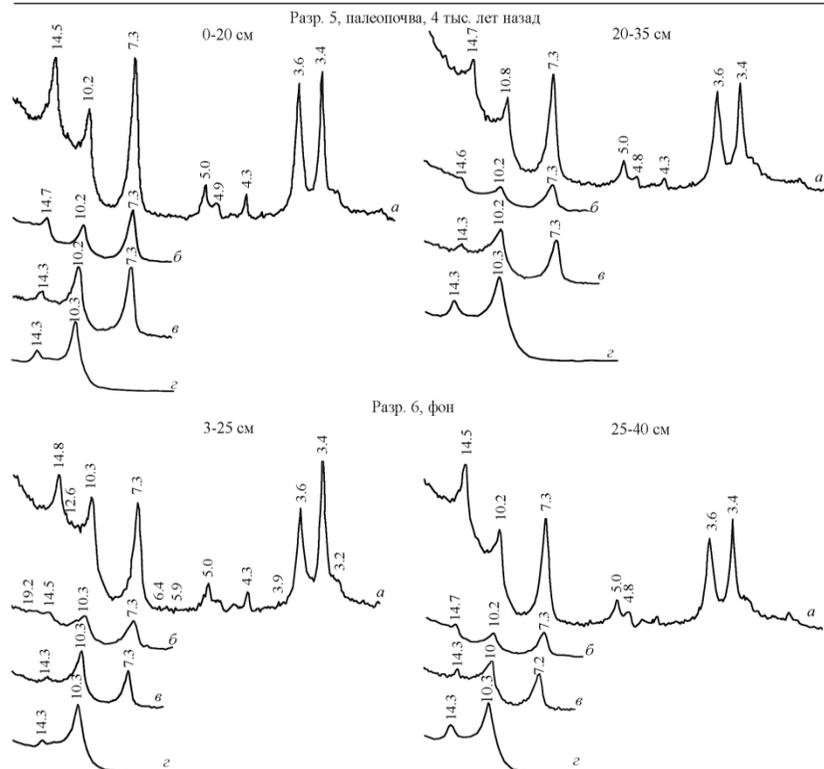


Рис. 6. Рентген-дифрактограммы фракции < 1 мкм, выделенной из почв Аркаима: а – образец в воздушно-сухом состоянии; б – образец после сольватации этиленгликолем; образец после прокаливания при: в – 350°C и г – 550°C в течение 2 ч.

смешанослойными иллит-сметкитовыми структурами с преобладанием смектитовых пакетов, которые диагностируются по появлению диффузного рассеяния в области > 14Å. Более точная диагностика этих минералов затруднена из-за их низкого содержания и разупорядоченности чередования слоев.

В пределах исследованной толщи минералогический состав илистой фракции несколько дифференцирован: гумусовый горизонт по сравнению с нижележащим содержит больше иллита и меньше каолинита в сумме с хлоритом за счет снижения количества хлорита.

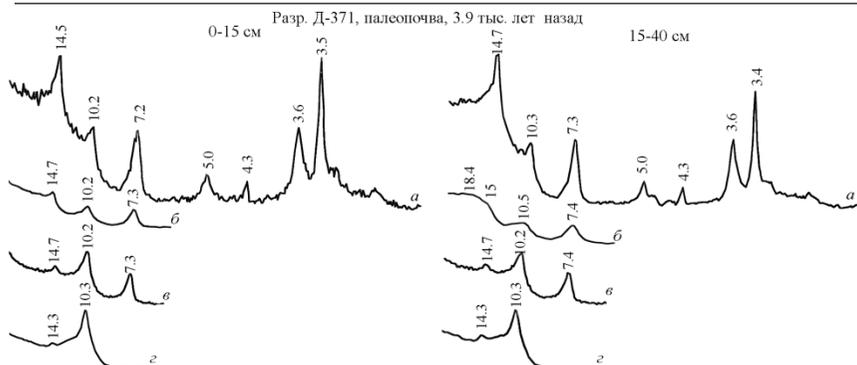


Рис. 7. Рентген-дифрактограммы фракции <1 мкм, выделенной из палеопочвы п. Александровский. Условные обозначения в рис. 6.

Эта закономерность подтверждается снижением интенсивности 14 \AA максимума после прокаливания при 550°C и уменьшением валового содержания Fe_2O_3 в гумусовом горизонте (таблица 9). Повышение количества иллитов в составе иллитовой фракции свойственно черноземам и большинству других почв степной зоны и объясняется процессами иллитизации (Корнблум и др., 1972) и/или процессами физического дробления иллитовых минералов, заключенных в составе более крупных фракций (Алексеев, 1999), которые наиболее интенсивно протекают в верхних горизонтах. Снижение количества хлоритов в гор. А1 по сравнению с нижележащим можно объяснить его разрушением или трансформационными изменениями как наименее устойчивого глинистого минерала (Корнблум и др., 1972, Соколова и др., 1972).

В палеопочве содержание иллитовой фракции несколько выше, чем в фоновой почве (17–19%), причем по данным отмучивания выход иллитовой фракции тоже получился ниже, чем количество ила, определенное пирофосфатным методом, но разница между этими величинами в гор. А1 оказалась не столь контрастной. Из этого сопоставления следует, что количество прочных агрегатов, не диспергируемых пирофосфатом, в погребенной почве значительно меньше, чем в фоновом черноземе.

В составе иллитовой фракции присутствует тот же набор минералов, что и в фоновом черноземе, но в несколько иных пропорциях: в палеопочве по сравнению с фоновой меньше диоктаэдричес-

Таблица 8. Содержание и минералогический состав илистой фракции почв

Объект	Горизонт	Глубина, см	Содержание ила, %		Минералы в составе илистой фракции				полученная оценка*		
			отмучивание	пирофосфат	иллит	каолинит + хлорит	лабильные минералы			хло-рит	
							**	***			**
Поселение Аркаим											
Фон, разр. 6	A1	3–25	15,0	5,7	40	41	51	9	8	+	++
	AB	25–40	17,3	13,2	35	37	55	10	8	++	+
Палеопочва, разр. 5	A1	0–20	16,8	13,9	25	32	62	12	6	+	+
	AB	20–35	19,1	15,4	30	29	58	12	13	++	+
Курган у п. Александровский 1 могильника Калмыцкая молелья											
Разр. Д-371, палеопочва	Ад+А1	0–17	11,8	7,2	26	31	48	26	21	+	+
	AB	17–33	14,2	16,1	24	30	50	26	20	+	+
	B1	33–45	15,1	15,0	24	22	54	22	24	?	+

* + низкое; ++ среднее содержание; оценка содержания иллита и лабильных минералов; ** по интенсивностям рефлексов; *** – по валовому содержанию K₂O илистой фракции.

Таблица 9. Валовой химический состав илистой фракции погребенных и фоновых почв, %

Объект	Глубина, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂
Фон, разр. 6,	3–25	68,6	168	4,95	0,21	0,71	3,16	–	0,76
Аркаим	25–40	64,9	18,1	5,91	0,25	0,48	2,84	0,75	0,83
Палеопочва,	0–20	65,6	17,0	5,54	0,31	0,62	2,50	1,14	1,10
разр. 5,									
Аркаим	20–35	65,0	16,0	5,34	0,22	0,33	2,24	1,07	0,70
Палеопочва	0–17	64,4	16,9	5,49	0,31	0,63	2,39	1,11	1,04
могильника	17–33	64,8	17,0	5,63	0,28	0,51	2,27	1,17	0,97
Калмыцкая	33–45	66,5	14,5	4,80	0,21	0,42	1,66	1,23	0,65
молешня, разр.									
Д- 371									

ких иллитов, что подтверждается оценкой содержания этих минералов по интенсивностям рефлексов и по валовому содержанию K₂O в илистой фракции. Палеопочва содержит несколько больше каолинита в сумме с хлоритом и несколько больше лабильных минералов, также представленных неупорядоченными смешанослойными иллит-сметитами с преобладанием смектитовых пакетов. При этом на глубине 20–35 см появляются признаки супердисперсности лабильных минералов в виде некоторой асимметрии 14 Å пика с более пологим спадом в сторону меньших углов.

Еще одним отличием палеопочвы является снижение содержания иллита в верхнем горизонте по сравнению с нижележащим при определении этого показателя по интенсивностям рефлексов. Вместе с тем, при расчете содержания иллитов по валовому содержанию K₂O в илистой фракции закономерность получается обратной, что, как уже отмечалось, свойственно большинству степных почв. Причину такого расхождения в рамках данной работы выяснить не удалось. Указанные различия в минералогическом составе илистой фракции между фоновой и погребенной почвой, скорее всего, связаны с пространственной литологической неоднородностью наноса.

Характеристика солевых компонентов палеопочв Аркаима. В фоновой почве вскипание от 10% HCl в материале между гумусовыми языками начинается на глубине 25–35 см, сплошное

вскипание наблюдается в слое 38–220 см. На глубине 37–53 см содержание углекислых солей составляет $4,9 \pm 3,7\%$. Максимум карбонатов залегает на глубине 70–150 см, их аккумуляция в этом слое достигает 9,3–10,5%, в подстилающей толще содержание карбонатов мало. Средневзвешенное содержание CaCO_3 слоя 0–1 м равно 7%. Карбонаты представлены редкими пятнами, точками и тонкодисперсной формой. Гипс в небольшом количестве наблюдается с глубины 50 см. Легкорастворимые соли появляются с 20–25 см. Их содержание в почвенном профиле колеблется от 0,4 до 0,7%. В составе анионов легкорастворимых солей в верхней части профиля преобладают ионы HCO_3^- , в нижней части толщи, наряду с ионами HCO_3^- , заметную долю составляют ионы SO_4^{2-} и Cl^- ; среди катионов во всей толще доминируют ионы натрия (таблица 10). Солонцеватость современных фоновых почв выявляется с гор. АВ. Степень засоления почв – средняя, солонцеватости – сильная.

В древних почвах концентрация карбонатных солей в небольшом количестве начинается с поверхностного горизонта, за счет миграции из вышележащего перекрывающего материала вала-стены поселения Аркаим. Карбонатный максимум этих почв формируется на той же глубине, что и в фоновых почвах, но выражен слабее, концентрация CaCO_3 в этом горизонте достигает 6,3–7,3%. В подстилающей породе на глубине 103–130 см она уменьшается до 4,5%. Средневзвешенное содержание CaCO_3 в слое 0–1 м составляет 6%, т.е. меньше, чем в современных почвах. Реакция среды по всему профилю палеопочв щелочная: величина рН водной вытяжки находится в пределах 9,3–9,5. Степень их солонцеватости слабая и средняя в слое 0–75 см

Легкорастворимые соли встречаются по всему профилю погребенных почв. В верхней части древних почв, погребенных под земляными стенами-валами, они появились в результате диагенеза, т.е. за счет частичной миграции легкорастворимых солей из материала земляной стены. Она создавалась из смеси горизонтов древних почв и изначально содержала некоторое количество углекислых и легкорастворимых солей. В настоящее время в нижнем слое материала стены, контактирующем с поверхностью палеопочвы, содержится 7,6% CaCO_3 и 0,21% легкорастворимых солей. Их концентрация в палеопочвах меньше,

Таблица 10. Состав водной вытяжки почв Аркаима, мг-экв/100 г почвы, $n = 2-3$

Глубина, см	Горизонт	pH H ₂ O	Сумма солей, %	CO ₃ ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
Фон										
0–22	A	7,2	0,08	0	0,08	0,23	0,09	0,13	0,05	0,76
22–37	AB	9,0	0,38	0,18	2,27	0,73	0,64	0,48	0,24	3,80
37–53	B1	9,5	0,55	0,36	3,33	1,50	1,78	0,53	0,30	6,03
53–77	Вса	9,3	0,35	0,29	2,01	1,20	1,30	0,25	0,18	4,51
Вал-стена										
0–12	A1	6,9	0,04	0	0,10	0,40	0,10	0,20	0,10	0,10
12–22	AB	7,9	0,09	0	0,50	0,30	0,20	0,10	0,10	0,90
22–35	AB	8,9	0,21	0,08	1,20	0,40	0,50	0,30	0,20	2,30
35–57	B	9,3	0,21	0,18	1,30	0,40	0,90	0,20	0,20	2,70
Палеопочва										
0–19	A	9,4	0,27	0,29	1,63	0,57	0,75	0,16	0,20	3,15
19–35	AB	4,8	0,26	0,28	1,72	0,61	0,92	0,15	0,13	3,48
35–50	B1	9,4	0,23	0,16	1,15	0,89	1,21	0,09	0,11	3,32
50–73	Вса	9,5	0,22	0,18	1,20	0,90	1,00	0,10	0,10	3,30

чем в фоновых почвах и не превышает 0,3%, а состав аналогичен таковому современных почв.

Фоновая современная почва – это обыкновенный чернозем маломощный малогумусный средне- и слабозасоленный сильно-солонцеватый легкосуглинистый.

Таким образом, можно отметить, что палеопочвы и фоновые почвы диагностируются как обыкновенный чернозем, различия между ними заключаются в большей засоленности и солонцеватости почв в современный период. На основании сравнения свойств погребенных и фоновых почв можно заключить, что климатические условия во время функционирования укрепленного поселения Аркаим были близки современным с несколько большей водообеспеченностью.

Современные дневные почвы курганов могильника Калмыцкая молельня изучены в 6 разрезах. Более подробная характеристика почв дана ранее (Иванов, Чернянским, 1996). Почвенный покров участка представлен обыкновенным черноземом языковатым маломощным незасоленным суглинистым. Литологическое строение почв состоит из трех слоев примерно равных по мощно-

сти (по 20–30 см), сверху вниз – легкого суглинка, среднего суглинка (переходного к легкому), супеси. Содержание скелетной фракции увеличивается с глубиной. Сопоставление данных о литологической изменчивости современных и погребенных почв с содержанием гумуса, карбонатов, величинами магнитной восприимчивости свидетельствует об отсутствии связей между ними вследствие незначительного варьирования литологического состава в пространстве.

Почвы ровных площадок имеют следующее строение (здесь и далее приводится глубина залегания нижней границы горизонтов, см): АО 5, А1 20, АВ 35, В 50, наблюдалось в интервале глубин 50–100 см, новообразования карбонатов отмечались ВСса 75, С 120, D > 120 (таблица 11). Вскипание от HCl наблюдалось в интервале глубин 50–100 см, новообразования карбонатов отмечались в слое 50–70 см, в виде пятен, на глубине 70–100 см – пропитки. Окраска профиля контрастная: темно-серый гумусовый материал гор. А1, чередование его языков с желто-коричневыми заclinками (гор. АВ), светлый окарбоначенный гор. В, подстилаемый желтыми, белесыми и ржавыми косослоистыми песками. Переходы между горизонтами резкие и ясные по большинству морфологических признаков. Структура почвенной массы в верхних горизонтах порошисто-зернистая (АО), комковато-зернистая (А1), а в нижних – комковато-призматическая (АВ) и глыбистая (ВСса).

Гумусовый профиль почв участка маломощный. Дерновый горизонт содержит 3,6–3,77% С орг в мелкоземе (таблица 9), гор. А1 3,2–3,25, АВ < 0,6–1,16%. Емкость поглощения в верхних 5 см составляет 15–25 мг-экв/100г; доля обменных катионов: Са – 70, Mg 20–25, Na – < 10%. В заclinках гор. АВ и гор. В отмечены признаки слабой солонцеватости (глинец, призматичность), повышенное содержание обменного натрия (10%).

Профиль характеризуется промытостью от легко-растворимых солей (сумма солей < 0,1%), и слабой аккумуляцией гипса (0,2–0,4%) на испарительном барьере в гор. ВСса. Об активном ежегодном промачивании почвы до глубины 50 см свидетельствует отсутствие зоны дисперсных карбонатов (интервалы вскипания и встречаемости новообразований СаСО₃ совпадают). Резко выраженный максимум карбонатов (до 22%) расположен в заclinках на глубине 30–50 см. В верхней части песчаной подсти-

Таблица 11. Общие свойства современных и подкурганных почв могильника Калмыцкая молельня

Гори- зонг	Глубина, см	pH H ₂ O	С орг, %	<0.01 мм, %	ЕКО, мг- экв/100 г	Обмен- ный Na ⁺ , % ЕКО	СаСО ₃ , %	Сумма солей, %	Гипс, %	Подвижные, мг/100 г	
										P ₂ O ₅	K ₂ O
Фоновая современная почва, среднее по разр. 26 и Д-369											
Ад	0–5	6,7	3,7	21	18,4		0,2	0,14		1,4	11
А1	5–15	6,9	3,2	24	14,4	10	0,6	0,09		1,4	25
АВ	15–30	7,0	1,3	28	16,1	10	0,7	0,08			
ВАса	30–45	7,8	0,9	19	7,4	11	18	0,08	0,07		
В	45–80	7,8	0,5	20			0,3	0,09	0,37		
Д	80–120	8,2		5			0,3		0,17		
Палеопочва, курган 1, разр. Д-371											
А1	0–17	7,2	1,2/3,0*	18	15,0	6	1,9	0,04		1,4	16
АВса	17–33	7,6	0,3/0,6	27	9,0	5	2,7	0,05		1,6	11
ВА	33–45	8,0	0,2/0,5	22	4,1	5	0,7	0,08	0,24	1,6	9
Д	45–140	8,2		5			2,2	0,03	0,15		
Палеопочва, разр. И-2											
А1нас	0–15	7,0	3,02/5,2				0	0,03			
АВнас	15–34	7,0	3,31/5,7		21,4	6	0	0,05			
Ад	0–6	7,2	1,93/3,3		15,6	6	1,9	0,11			
А1	6–17	7,2	0,81/1,4		14,3	6	1,2	0,10			
АВ	17–33	7,6	0,65/1,12		9	5	2,8	0,09			
ВС	33–45	8,0	0,47/0,81		4,1		0,7	0,10			
СД	0–17	8,2					1,2	0,13			

лающей толщи на нижних гранях щебнистых включений при нисходящих токах влаги образовались карбонатные корочки.

Палеопочва, погребенная под курганами могильника Калмыцкая молельня. Палеопочва эпохи бронзы, законсервированная 3.9 тыс. л. н. (разр. Д 371), имеет следующее строение профиля: АО 6 см, А1 20, АВса 37, ВАса 60, ВСса 70, Сса 100, D более 160 см. Вскипание от HCl наблюдается в интервале 20–100 см. В гор. АВ языки закругленные слабоконтрастные, в гор. ВА – более контрастные, острые, глубина проникновения языков до 60 см, расстояние между ними 30 см.

Средневзвешенное содержание С орг составляет в горизонте АО+А1 3,0% (реконструкция), оно резко убывает с глубиной, в слое 17–33 см не превышает 0,64%. Реакция среды по профилю – рН водный: в гор. АО и А1 – нейтральная, в АВ – слабощелочная, глубже – щелочная. Величина емкости поглощения 14,3–15,6 мг-экв/100 г почвы. В целом аккумуляция углекислых солей в профиле этой почвы невелика. Наибольшая концентрация карбонатов отмечена в гор. АВса. В этом горизонте карбонатные новообразования встречаются в виде пятен, сменяющихся потеками в гор. ВА. В почвообразующей породе верхняя сторона щебня отмыта от карбонатов, нижняя – покрыта карбонатной корочкой. Профиль выщелочен от легкорастворимых солей.

Профиль содержит примерно столько же илистой фракции (14–15%), что и фоновая почва, но отличается пониженным содержанием ила в верхнем горизонте (11%). Так же как и в фоновом черноземе, количество ила, определенное пирофосфатным методом, дает более низкие результаты, чем выход ила по результатам отмучивания за счет присутствия очень прочных агрегатов, не диспергируемых пирофосфатом.

В составе илистой фракции найдены те же минералы, что и в фоновой почве, но в иных пропорциях: в разр. Д. 371 по сравнению с фоном по всему профилю значительно выше содержание лабильных минералов (26%), меньше количество иллитов (24–25%) и несколько снижено количество хлорита в сумме с каолинитом. При этом сохраняется тенденция к увеличению количества иллитов в верхних горизонтах по сравнению с нижележащими при определении иллитов, как по интенсивностям рефлексов, так и по валовому содержанию K_2O в илистой фракции. В слое 40–46 см

проявляется супердисперсность лабильных минералов – на рентгенограмме исходных препаратов наблюдается отчетливый максимум в области 17–19 Å (рис. 7). Признаки супердисперсности могут свидетельствовать о том, что почва или почвообразующая порода в прошлом подвергались засолению с последующей промывкой пресными водами.

Свойства подкурганной почвы могильника Калмыцкая молелья близки к свойствам палеопочвы, погребенной под курганом 1, п. Александровский, отражает таблица 11 и подробно не обсуждаются.

Фракционно-групповой состав гумуса почв у п. Александровский. Фракционно-групповой состав гумуса современного чернозема у п. Александровский (могильник Калмыцкая молелья) типичен для почв степной зоны (таблица 10). Состав гумуса верхнего горизонта древней и фоновой почв – гуматный, степень гумификации ($C_{гк}/C_{орг}$) высокая (таблица 12). Вниз по профилю состав гумуса палеопочвы медленнее изменяется на фульватный, чем в современной почве. Величина отношения $C_{гк}/C_{фк}$ больше в палеопочве (2,5) по сравнению с фоновой (1,5). Это обусловлено большей убылью фульвокислот, чем гуминовых кислот палеочернозема в процессе диагенеза.

Состав гумуса верхнего горизонта древней и фоновой почвы гуматный, степень гумификации ($C_{гк}/C_{орг}$) высокая, вниз по профилю состав гумуса палеопочв медленнее изменяется на фульватный. Величина отношения $C_{гк}/C_{фк}$ больше в погребенных (2,5) по сравнению с фоновыми почвами (1,5). Это обусловлено большей убылью фульвокислот, чем ГК палеочернозема в процессе диагенеза. В исследованной древней почве по сравнению с фоновой отмечается убыль $C_{орг}$ и всех компонентов гумусовых веществ.

Исключение составляет фракция ФК 1а, ее содержание немного увеличивается в погребенной почве. Эта фракция биохимически неустойчива, ее содержание невелико, и очевидно постоянно пополняется за счет трансформации других составляющих гумуса.

Минерализационные потери в процессе погребения палеопочвы составляют в разных горизонтах для ФК 58–82, ГК – 27–78 и гумина – 49–85%. Минерализуются в первую очередь лабильные компоненты, они входят в состав всех гумусовых веществ.

Таблица 12. Фракционно-групповой состав гумуса почв почв кургана 1 могильника Калмыцкая молеельня

Гори-ри-зонт	Глубина, см	С орг %	Фракции ГК				Фракции ФК					Гу-мин	С ГК С фк
			I	II	III	сум-ма	Ia	I	II	III	сум-ма		
Современная фоновая почва, разр. 26, % от почвы													
A1	3–15	2,05	0,10	0,68	0,12	0,90	0,03	0,20	0,23	0,16	0,62	0,53	1,5
AB	15–30	1,22	0	0,25	0,06	0,31	0,10	0,10	0,12	0,04	0,36	0,55	0,9
BCca	30–53	1,10	0	0,09	0,05	0,14	0	0,08	0,11	0,04	0,23	0,73	0,6
Почва, погребенная 3900 л.н., разр. Д-371, % от почвы													
A1	4–20	1,01	0	0,63	0,03	0,66	0,04	0,06	0,11	0,05	0,26	0,09	2,5
ABca	20–37	0,55	0	0,13	0,01	0,14	0	0,04	0,07	0,02	0,13	0,28	1,1
Bcca	37–60	0,18	0	0,02	0,01	0,03	0	0,01	0,02	0,01	0,04	0,11	0,8
Современная фоновая почва, разр. 26, % от С орг													
A1	3–15	2,05	5	33	6	44	2	10	11	8	30	26	1,5
AB	15–30	1,22	0	21	5	25	8	8	10	3	30	45	0,9
BCca	30–53	1,10	0	8	5	13	0	7	10	4	21	67	0,6
Почва, погребенная 3 900 л. н., разр. Д-371, % от С орг													
A1	4–20	1,01	0	62	3	65	4	6	11	5	26	9	2,5
ABca	20–37	0,55	0	24	2	25	0	7	13	4	24	51	1,1
BCca	37–60	0,18	0	11	6	17	0	6	11	6	22	61	0,8

В исследуемой древней почве лабильная фракция гуминовых кислот (ГК1) отсутствует, содержание лабильных фульвокислот (ФК1) уменьшается с большей скоростью, чем другие компоненты ФК. В лабильную фракцию входят составляющие новообразованного гумуса, а также вещества, появившиеся в результате деградации устойчивых гумусовых кислот (Травникова, 2002; Guggenberger et al, 1995).

О значительном уменьшении количества лабильных компонентов органического вещества почв свидетельствуют данные, полученные для разновозрастных палеопочв около п. Аландское. Определялось количество С орг легких фракций плотностью

$< 1,8 \text{ г/см}^3$ (детрита) слоя 0–3 см современных и древних почв, перекрытых курганными насыпями. Показано, что через 500–700 лет после погребения остается 4 отн. % детрита, а через 4 тыс. лет ~1 отн. % от его содержания в современной почве (1,32% от почвы) (Чернянский, 1999). Легкая фракция органического вещества состоит преимущественно из легкоразлагаемых растительных, животных и микробных остатков с различной степенью минерализации, а также из углеподобных частиц и высокомолекулярных гумусовых соединений с преобладанием ароматической части в их структуре (Guggenberger et al., 1995). Более подробная характеристика лабильной и легкой фракций органического вещества почв дана в главе 6.3.

В процессе захоронения почв с наименьшей скоростью происходит минерализация фракции гуминовых кислот, связанной с кальцием (ГК2). Следовательно, эта фракция – наиболее устойчива к диагенетическим преобразованиям по сравнению с другими компонентами гумуса. Необходимо учитывать, что ее количество может увеличиваться относительно за счет убыли более лабильных фракций в составе гумусовых кислот и гумина; а также в результате взаимотрансформации одних фракций в другие.

Гумин – это не экстрагируемые щелочью вещества, остающиеся в почве при последовательном выделении разных фракций органического вещества. Экспериментальными данными выявлено, что гумин состоит из инертных компонентов и веществ, подверженных минерализации. Инертные органические вещества гумина связаны с глинистыми минералами. Часть гумина представлена компонентами, способными к минерализации – углеподобными фрагментами и тонкодисперсными частицами растительных остатков, покрытыми пленками глинистых минералов, что защищает их от воздействия микроорганизмов (Придворев и др., 2006).

Детальный анализ изменения состава гумуса черноземов при погребении выполнен И.В. Ивановым, Б.М. Когутым, Л.Г. Маркиной (2011). Известно (Иванов, 2014), что в погребенных черноземах содержание гумуса вначале уменьшается с высокой скоростью относительно целинных почв, затем замедляется. Доли С орг от исходного у погребенных черноземов уменьшаются во времени следующим образом: исходное, на целине – 100%, 250 лет погребения (л.п.) – 69%, 500 л.п. – 67, 850 л.п. – 63,

1700 л.п. – 50%, 2200 л.п. – 45, 3000 л.п. – 37, 3600 л.п. – 36, 4200 л.п. – 35, 6000 л. – 32, 10 тыс. л. – 24, 50 тыс. л. – 15%. Через 100 тыс. лет содержание гумуса в черноземах уменьшается до 6,5% от исходного и в дальнейшем остается относительно постоянным на протяжении геологического времени, так как в составе гумуса сохранились только самые устойчивые компоненты. Вместе с тем, несмотря на такое стремительное уменьшение содержания, качественный состав гумуса изменяется не столь радикально и в общих чертах (отношение С_{гк}/С_{фк}) сохраняет особенности своего химического строения благодаря процессу матричного замещения (по Фокину, 1974). Групповой состав гумуса в целом изменяется мало и может использоваться для диагностики палеоэкологических условий (Дергачева, 1997; Бирюкова и др., 2008).

В погребенных черноземах со временем содержание почти всех фракций относительно массы почвы уменьшается вместе с убыванием количества органического вещества. Исключение составляет лишь фракция ФК1а, доля углерода которой мала как от массы почвы (0,1%), так и от С_{орг} (2–8%).

В целом, фракции гумуса погребенных черноземов (по Тюрину–Пономаревой) можно разделить на три типа.

1) Фракции химически относительно устойчивые (по сравнению с другими фракциями), медленно разлагающиеся, остаточные накапливающиеся, а также динамически устойчивые, т.е. регенерирующиеся по матричному типу, это фракция ГК2. Доля углерода ГК2 от С_{орг} составляет в черноземах: целинных – 43%, пахотных – 45%, погребенных – 57%.

2) Фракции контрастного состава, содержащие очень устойчивые и крайне неустойчивые части, – это фракции НО (гумина) и ГК3. Неустойчивые их составляющие разлагаются, минерализуются за первые 400 лет погребения, в дальнейшем их доли в составе С_{орг} от почвы уменьшаются очень медленно. Доля нестабильных компонентов гумина (детрит наиболее устойчивых тканей растений и животных, сорбированный или частично защищенный глинистыми пленками) по быстрому разложению оценивается в 40%, доля устойчивой фракции (соединения прочно связанные с минеральной частью) – 60%.

3) Фракции наименее устойчивые, доля и содержание которых по сравнению с целинными черноземами уменьшается наиболее быстро и сильно в 2–7 раз, это фракции ФК1, ФК3 и ГК1.

4) Фракции динамического разложения, мало устойчивые к микробиологическому воздействию, но не исчезающие в погребенных почвах. Их доля в гумусе палеопочв может увеличиваться по сравнению с целинными черноземами в 2–5 раз, это фракции ФК1а и частично ФК2. Их соединения, как отмечалось Л.А. Гришиной и М.И. Дергачевой, вероятно, входят в другие фракции как их составные части и могут участвовать в их матричной регенерации.

Близкие величины диагенетических потерь гумусовых компонентов установлены для хронорядов каштановых подкуранных палеопочв (Золотарева, Демкин, 2013). Этими учеными показано, что уменьшение содержания С орг и ФК в наибольшей степени зависит от длительности погребения, ГК (за счет ее высокой ароматичности и прочности связи с минералами) – от гранулометрического состава и солонцеватости почв. В палеопочвах, погребенных в аридных условиях минерализация С орг обусловлена в основном уменьшением гумусовых кислот (ГК и ФК), в древних почвах, перекрытых насыпями в гумидные эпохи, – минерализацией гумина.

Таким образом, после погребения почв происходит процесс биоминерализации, приводящий к потере С орг и всех составляющих гумусовых веществ. С большей скоростью минерализуются их лабильные составляющие. Это подтверждается ^{13}C -ЯМР исследованием гуминовых кислот каштановых палеопочв, которое выявило увеличение их ароматичности и уменьшение алифатических структур пропорционально длительности погребения почв (Золотарева, Демкин, 2013). Следовательно, в процессе диагенеза в гуминовых кислотах накапливаются более устойчивые компоненты, имеющие ароматическую структуру, и уменьшается содержание алифатических фрагментов, более подверженных минерализации.

В палеопочвах, погребенных искусственными насыпями, в процессе длительной минерализации содержание различных фракций и структура компонентов гумусовых веществ изменяются. Но групповой состав гумуса в целом сохраняется и может ис-

пользоваться для диагностики палеоэкологических условий (Дергачева, 1997; Бирюкова и др., 2008).

Анализ полученного материала позволяет заключить, что выявленные признаки: гуматный состав С орг, соотношение групп гумусовых компонентов и более высокое отношение С гк/С фк древней по сравнению в современной почвой отвечают черноземному типу почвообразования и свидетельствуют, что палеоклимат во времена развития синташтинской культуры был близок современному или более благоприятным.

Нами проведено сравнение фоновых современных почв и палеопочв, сохранившихся под стенами поселения Аркаим и могильника Калмыцкая молельня на территории Аркаимской долины, принадлежащих синташтинской археологической культуре, развивавшейся в южном Зауралье в ранний период поздней бронзы.

Определено время сооружения стен древнего поселения археологическим и радиоуглеродным методами. Использовались подходы, предложенные О.А. Чичаговой, А.Л. Александровским и И.В. Ивановым.

Сравнение современных и погребенных почв показало, что они характеризуются в основном близкими физико-химическими свойствами. Их литологический профиль представлен легкосуглинистым и супесчаным материалом, подстилаемый с глубины 1–1,5 м песком. Гумусовый профиль (гор. А + АВ) имеет небольшую мощность, со значительной его изменчивостью от 26 до 45 см. Основное количество гумуса сконцентрировано в поверхностном горизонте и резко убывает вниз по профилю почв. Древние и современные почвы характеризуются средневыраженной языковатостью, т.е. чередованием серого гумусового внутри трещинного материала (языков) и желто-коричневого материала, формирующегося между ними. Языки образуются в результате сочетаний явлений зимнего промерзания и летнего иссушения, приводящих к образованию трещин, которые способствуют ускорению процессов гумусо(почво)образования во внутри трещинной массе нижних горизонтов (Приходько, 2005).

Анализ фракционно-группового состава гумуса позволяет заключить, что выявленные признаки: гуматный его состав, содержание групп гумусовых компонентов (гуминовых кислот, фульвокислот и гумина) и величина отношение С гк/Сфк 1,5 и

2,5 – более высокая в древней по сравнению в современной почвой, отвечают черноземному типу почвообразования и свидетельствуют, что климат во времена Аркаима был близок к современному или немного более благоприятным.

Профиль погребенных и фоновых почв выщелочен от карбонатов до глубины 25–35 см, ниже залегает карбонатный горизонт, его максимум отмечается на разной глубине у исследуемых почв. Карбонатные новообразования представлены в основном тонкодисперсной формой (морфологически выявляемой при подсыхании образца), редкими пятнами и точками. Средневзвешенное содержание CaCO_3 слоя 0–1 м современных почв Аркаима достигает 7%, палеопочв – 6%. Гипс в небольшом количестве (0,1–0,6%) в исследуемых почвах встречается с глубины 50 см.

Легкорастворимые соли в современных почвах Аркаима появляются с 20–25 см, и их содержание в почвенном профиле колеблется от 0,4 до 0,7%. Степень засоления этих почв – средняя. Состав солей в верхней части профиля HCO_3^- -Na, в нижней – HCO_3^- - SO_4^{2-} -Cl-Na. В погребенных почвах Аркаима легкорастворимые соли встречаются по всему профилю. В верхней части они накопились в результате диагенеза, т.е. за счет частичной миграции легкорастворимых солей из материала земляной стены, перекрывающей палеопочвы. Она создавалась из смеси разных горизонтов древних почв и изначально содержала некоторое количество углекислых и легкорастворимых солей. Их концентрация в палеопочвах Аркаима меньше, чем в фоновых почвах и не превышает 0,3%, а состав аналогичен таковому современных аналогов. В других исследуемых почвах содержание легкорастворимых солей не превышает 0,1%, что определяется отсутствием солей в почвообразующей породе.

В современных почвах реакция среды гор. А1 нейтральная, ниже по профилю становится щелочной, что обусловлено сильной степенью осолонцевания почв. В палеопочвах по всему профилю величина рН водной вытяжки щелочная; степень их солонцеватости средняя. В верхний горизонт древних почв обменный натрий поступает из материала вала-стены, сооруженной поверх палеопочвы.

На основании характеристики древних и современных почв можно говорить о близости большинства их свойств, и следова-

тельно, об аналогичности биоклиматической обстановки в начале II тысячелетия до н.э. и в настоящем. О немного большей увлажненности в период строительства стен Аркаима и курганов некрополя свидетельствует меньший запас углекислых и легкорастворимых солей (для Аркаима) в палеопочвах по сравнению с современными. Последние свойства характеризуют процессы, имеющие небольшое характерное время и способные быстро изменяться при смене климата.

Вышеприведенные результаты спорово-пыльцевого и микробиоморфного (фитолиитного) анализов свидетельствуют, что климат во время сооружения стены поселения Аркаим был несколько влажнее и теплее современного. Продолжительность периода с большей тепло- и влагообеспеченностью, вероятно, была небольшой, растительный покров, как более сенсорный к изменениям окружающей среды, успел трансформироваться, а большинство свойств палеопочв не смогли преобразоваться и прийти в равновесие с изменившимися экологическими условиями; они отражают обстановку предшествующего периода с близкими к современным климатическими параметрами.

4.3. Аркаимская долина и общие ландшафтно-климатические условия эпохи бронзы лесостепной и степной зон Евразии

В. Е. Приходько

Опубликованы обобщающие работы, посвященные информации о реконструкции климата голоцена и отдельных его периодов, выявленной почвенно-археологическими, палинологическими, микробиоморфными исследованиями (Борисенко, Пасецкий, 1988; Иванов, 1992, 2014; Величко др., 1994; Демкин и др., 2004; Чендев, 2004; Чендев, Иванов, 2007; Гольева др., 2006)

Климат эпохи бронзы и благоприятные условия рубежа III и II тыс. до н. э. в разных регионах. Как было показано выше, палеопочвы исследуемых объектов имеют особенности, которые свидетельствуют, что 3,8–4,1 тыс. л. н. климатические условия региона были близки современным, а пыльцевой анализ палеорастительности, быстрее реагирующей на изменчивость климата, выявил несколько большую увлажненность и потепление палеокли-

мата. Проведен анализ литературных данных для степной и лесостепной зон, чтобы подвести итог, как другие исследователи характеризуют развитие палеопочв и реконструируют окружающую среду эпохи бронзы.

В целом восстановленные нами для Южного Зауралья климатические особенности этого хроносреза находят много аналогий в других регионах. Так, близкие характеристики свойств и, следовательно, климата получены при изучении палеопочв поселения Аркаим и подкурганной почвы, погребенной 3900 л. н. около с. Александровка, находящегося в 1,5 км от заповедника Аркаим (Иванов, Чернянский, 1996). Выявлено, что 3,9 тыс. л. н. мощность гумусового горизонта и содержание гумуса в верхнем горизонте почв были немного меньшими, чем у современных почв (на 0,8–1% и на 5 см).

Также поселение Ленинградское (Утяганское-1), располагающееся в Аркаимской долине, функционировало на рубеже среднего и позднего бронзового века. На основании изучения свойств его культурных слоев показано, что этот период характеризовался теплыми и умеренно влажными условиями, как и в настоящее время, были распространены степные ландшафты с черноземами обыкновенными, но более теплой фации. Такие же климатические условия выявлены для периода 3,5–3 тыс. л. н. при изучении палеопочв под курганами, находящимися на территории заповедника Аркаим (Некрасова, 2002).

В Оренбургском Предуралье – близлежащем регионе на территории сухостепной зоны – изучены многокурганные могильники Скворцовский, Шумаево и Мустафаево, располагающихся на первых террасах рек бассейна р. Урал (Хохлова и др., 2008; Хохлова и др., 2010). Определив время сооружения памятников по ^{14}C , удалось выстроить курганы во внутривековой хронологии и проследить поэтапное изменение погребенных почв. Датирование по ^{14}C костей людей и образцов дерева из курганов ямного времени выявило, что они сооружались на протяжении более 500 лет (4,3–3,6 тыс. л. н. – некалиброванные даты, или 4,9–4,3 тыс. л. н. – калиброванные даты). Памятники срубной культуры датируются XVIII–XVII вв. до н.э. Обследовано около 30 песчано-супесчаных и суглинистых подкурганных палеопочв. На основании общих и биоморфных свойств почв и особенностей карбонатных новообра-

зований авторы установили, что развитие раннего этапа ямной общности длительностью около 100–200 лет происходило в аридном климате. В дальнейшем на протяжении ямного времени наблюдалось увеличение количества атмосферных осадков, и в позднем периоде климатические условия в целом были близки современным. Авторы не исключают возможности существования кратковременного засушливого периода в середине III-го тыс. до н.э. Также подтверждено, что 3,8–3,7 тыс. л. н. климат срубного времени был менее континентальным, чем в настоящее время, предположительно, за счет летнего похолодания.

О благоприятном соотношении тепла и влаги в начальный и развитый этапы существования срубной общности свидетельствуют данные, полученные при изучении естественных разрезов и культурных слоев стоянок, расположенных на северо-западе Оренбургской области (Лаврушин, Спиридонова, 1995). По результатам изучения курганов, сооруженных в период срубной культуры (3,5–3,2 тыс. л. н.), высказано предположение о распространении влажного климата и лесной растительности в северной части территории Самарского Поволжья (Мерперт, Смирнов, 1960).

На холодные и влажные условия для периодов 4,45–4,1 и 4,1–3,8 тыс. л. н. указывают палинологические исследования болот Среднего Урала, а интервал 3,8–2,6 тыс. л. н. характеризуется как теплая и сухая стадия (Турков, 1981; Энеолит, 1996).

Самарское Поволжье занимает важное место среди волгоуральского очага культурирования эпохи бронзы. Изучено более 300 погребений и поселений бронзового века, и проведена радиоуглеродная датировка 50 из них (Кузнецов, 2010). В результате анализа ^{14}C для этого региона установлен временной интервал существования ямной 5500–4900, ямно-полтавкинской 4520±75–4370±75 и полтавкинской общностей – 4230±80–3960±40 л. н. (некалиброванные даты). Для этих хроносрезов степной зоны Самарской области обследованы почвы суглинистого состава, погребенные под многочисленными курганами с высотой насыпи 60–110 см, располагающиеся в основном на 1й и 2й террасах притоков р. Самара (Дергачева, Васильева, 2006). Наряду с использованием общепринятых почвенных методов, изучен фракционно-групповой состав гумуса и соотношение элементов (в частности

Н/С) в препаратах гуминовых кислот подкуранных палеопочв. Установлено, что в Самарском Заволжье характеристика климата изменялась на раннем этапе (5–4,5 тыс. л. н.) ямной культуры от наиболее теплых и сухих в сторону большего увлажнения и похолодания в дальнейшем. Максимум атмосферных осадков и похолодания отмечался 3,9–3,7 тыс. л. н. – в период существования потаповской культуры, в это время степные черноземы заменились лесостепными. Затем 3,7–3,5 тыс. л. н. во время срубной культуры снова наступило потепление и некоторое уменьшение увлажнения, однако это не был ксеротермический период.

Для Воронежской области обобщены многолетние комплексные почвенно-археологические исследования по истории формирования и эволюции почв Среднерусской лесостепи второй половины голоцена. Выявлены влажные климатические периоды 3,9–3,5 тыс. л. н. и более сухие этапы: 3,5 и 3,4–2,9 тыс. л. н. Особенно отчетливо показано различие изменений почвенного покрова дренированных и слабодренированных ландшафтов за историческое время. На возвышенностях, являющихся дренированными территориями, у современных черноземов типичных и выщелоченных гидроморфный процесс был выражен в атлантическом периоде, к эпохе бронзы он закончился, и в дальнейшем эти почвы функционировали в автоморфном режиме с динамикой свойств, обусловленной непостоянством ландшафтно-экологической обстановки. Мощность горизонтов А + АВ этих почв за последних 4 тыс. лет выросла с 55–63 до 75–92 см. На низменных равнинах в условиях затрудненного дренажа гидроморфные почвы широко представлены на протяжении исторического времени. Так, в атлантический период почвы были в значительной степени переувлажнены, в суббореальной – развивались процессы окисления, засоления и осолонцевания разной интенсивности. В дальнейшем развитие шло по пути усиления выщелачивания и увеличения мощности почв. На низменных равнинах (Окско-Донской и др.) в настоящее время гидроморфные почвы преобладают в результате близкого залегания уровня грунтовых вод, слабой дренированности и стока вод (Ахтырцев и др., 2003).

В Придонье по данным палинологических исследований в период 5–4,2 тыс. л. н. происходило интенсивное похолодание и максимальное продвижение на юг лесной растительности (Спири-

донова, 1991; Хотинский, 1982). Здесь отмечалось снижение теплообеспеченности в начальный и финальный этапы суббореального периода (5–4,5 и 3,5–2,9 тыс. л. н.) и рост потепления 4,5–3,5 и 2,9–2,5 тыс. л. н. В то же время подчеркивается, что в периоды потепления среднегодовые температуры и суммы осадков были близки современным, и сохранялся лесостепной ландшафт в центре Русской равнины (Серебряная, 1992).

Для пустынно-степной зоны Поволжья в период 4–3,5 тыс. л. н. рядом исследователей также не отмечалось резких изменений климата. Основанием для такого вывода служат исследование общих свойств и биоморфный анализ подкурганых почв, отложений и палеопочв балочных систем Ергеней на территории Калмыкии (Гольева и др., 2006). Такие же выводы для Северо-Западного Прикаспия сделаны при исследовании других биогеоценозов: долговременных убежищ млекопитающих и птиц и растительности по палинологическим данным (Динесман, 1976; Киселева, 1976). На Ергенинской возвышенности 4 тыс. л. н. каштановые супесчаные почвы были идентичны современным. В темно-каштановых и каштановых почвах Приволжской возвышенности протекали процессы рассоления и рассолонцевания в течение последних 3 500 лет (Демкин, Иванов, 1985)

В то же время для территории Прикаспия имеются сведения об аридных и экстрааридных природных условиях в этот период, и констатируется наличие процессов интенсивной дефляции при исследовании подкурганых палеопочв (Демкин и др., 2004; Гольева, 2006). Кажущаяся противоречивость выводов может быть объяснена следующим образом. Археологами на основании многочисленности курганов эпохи средней бронзы выявлено, что плотность заселения территории Северо-Западного Прикаспия в то время была максимальной за всю историю региона (Shishlina, Hiebert, 1998). Также показано, что основным занятием населения 4 тыс. л. н. служило скотоводство. В результате интенсивной антропогенной нагрузки и дигрессии пастбищ за счет перевыпаса скотом происходило значительное ухудшение растительного и почвенного покрова вокруг осваиваемых людьми территорий. В этих условиях особенно уязвимы экосистемы аридной зоны. В данных локусах 4 тыс. л. н. степень трансформации природы при антропогенных воздействиях могла быть весьма высока, и эти преобразования можно традици-

онно объяснить аридизацией климата. В действительности причиной деградации природных компонентов региона в эпоху средней бронзы могла служить интенсивная антропогенная нагрузка, носившая локальный характер, и за пределами этих участков экологические условия оставались благоприятными для жизнедеятельности. На недооценку масштабов антропогенной деградации ландшафтов, начиная с бронзового века, указывали другие исследователи (Чичагов, 2005; Плеханова и др., 2005).

Нижнее Поволжье является информативным регионом для палеоклиматических реконструкций климата голоцена, так как здесь можно получить дополнительные сведения об этапах экологической обстановки, сопоставив их с трансгрессиями и регрессиями Каспийского моря. В частности для отложений Волго-Ахтубинской поймы получены непрерывные палеоклиматические записи для последних 10 тыс. лет по результатам спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродному датированию образцов из нескольких разрезов мощностью 5–10 м. Впервые выявлены 26 этапов динамики растительности и климата этого региона в голоцене (Болиховская, 2011). Эти палеоклиматические этапы хорошо коррелируют с динамикой уровня Каспийского моря (Варущенко и др., 1987). Для региона Нижней Волги в хроносрезы 8–7,6 и 6,3–5 тыс. л. н. отмечалось благоприятное соотношение тепло- и влагообеспеченности, близкое к лесостепной фазе со значительным участием широколиственных лесов; это соответствует ранней трансгрессии Новокаспийского бассейна с уровнем моря –16–20 м абс. (Варущенко и др., 1987). В кратковременные периоды 7,6–7,4 и 4,8–5 тыс. л. н. фиксируется похолодание и аридизация климата с возрастанием роли полыней и уменьшением доли пыльцы липы. В интервале 7,4–6,1 тыс. л. н. происходило потепление климата, преобладали степи. Основной климатический оптимум голоцена отмечен 6,1–5 тыс. л. н., также в это время уровень моря был высок. В бронзовый период по сравнению с современным временем установлены следующие климатической флуктуации (тыс. л. н.): 4,8–5 и 3,7–3,5 – похолодание и аридизация, 4,2–4,8 – похолодание и рост увлажнения, 4,1–3,7 – оптимум тепло и влагообеспеченности, 3,5–2,7 относительно тепло и влажно. Отмечается, что этот регион стал полупустынным 900 лет назад (Болиховская, 2011).

В центральной части *Азово-Кубанской равнины* в ямное время 4 тыс. л. н. (археологический возраст) подкурганские предкавказские черноземы относились к тому же типу и подтипу, что и сейчас, характеризовались близкими размерами гор. А1, но меньшей мощностью гор. А1В, более высоким залеганием гипса и слоя максимального выделения белоглазки. Таким образом, ландшафтно-климатическая обстановка 4 тыс. л. н. и сейчас близка для этого региона (Иванов, Матыченков, 1996).

Для *Тоболо-Ишимья – лесостепной зоны Зауралья* недавно получены обширные стратиграфические и палинологические голоценовые данные для 4 озерно-болотных и 22 почвенных разрезов с 75 хронологическими привязками по радиоуглеродному анализу (Рябогина и др., 2005). Приведем основные выводы этой работы. Для последних 8,5 тыс. лет установлено 10 палиноклиматических зон и выявлена ландшафтно-климатическая динамика с шагом в 100–300 лет (для 5–0 тыс. л. н.). Показано, что граница леса и степи в этом районе не оставалась стабильной, ее миграция в голоцене происходила на уровне природных подзон (например, северная, типичная, южная лесостепь), и площадь лесов была минимальна в среднесуббореальном ксеротерме.

Следует упомянуть тот факт, что для атлантического периода Южного Зауралья не подтверждено традиционное мнение о природных условиях, как теплых и оптимально влажных (Хотинский, 1977), а установлено, что в течение большей его части климат региона был теплым и сухим (Рябогина и др. 2005). В северном Казахстане отмечались еще более засушливые условия (8–4 тыс. л. н.), кратковременный период улучшения природной обстановки установлен 6,3–6,2 тыс. л. н. (Кременецкий и др., 1994). Также в современной зоне степей Оренбургской и Самарской областей для периодов 7,2 и 5 тыс. л. н. зафиксированы процессы опустынивания и доминирование среди растительности маревых, полыни и эфедры; гумидизация отмечена около 6,6 тыс. л. н. с распространением разнотравных степей с островными лесами (Спиридонова, Лаврушин, 1997). Вероятно, для регионов, сопредельных с Южным Уралом, условия атлантика были оптимально увлажненными только на севере Западной Сибири (Волкова, Белова, 1980).

Продолжая анализ статьи (Рябогина и др., 2005), следует упомянуть, что в Южном Зауралье начало суббореального периода 5–4,5 тыс. л. н. по уровню увлажнения было близко современному, при умеренном похолодании. В середине суббореального периода 4,5–3,2 тыс. л. н. отмечен теплый и наиболее сухой климат. Но выявлена метахронность его изменения в разных регионах, так потепление климата, ксерофитизация травянистого покрова и деградация березовых лесов на водоразделах в южном Приишимье наступила раньше, чем в Притоболье. С 4,1 тыс. л. н. в регионе аридизация климата распространилась повсеместно и достигла максимума – в период 3,4–3,2 тыс. л. н. Климатические условия не были однородными, выделялись фазы незначительной гумидизации (4,3–4,1 и 3,7–3,45 тыс. л. н.) и периоды теплого и сухого климата (4,5–4,3, 4,1–3,9, 3,9–3,7 и 3,45–3,2 тыс. л. н.). Интенсивность последних в основном определяла тип растительных биоценозов: преобладали остепненные луга и луговые степи, ареал лесов сильно сократился.

Аридные климатические условия рубежа III и II тыс. до н.э. ряда регионов. В научных источниках имеются и противоположные мнения, свидетельствующие о засушливости климата периода средней бронзы в Южном Поволжье и на Средне-Русской равнине. Так, в степной зоне Нижнего Дона 4–3,7 тыс. л. н. (2 кургана, археологическая дата) отмечалась активизация процесса засоления и осолонцевания в засушливых климатических условиях (Песочина, 2004, 2014).

В лесостепной и степной части Среднерусской возвышенности в начале суббореального периода (4,8–4,3(4) тыс. л. н.) по почвенным данным выявляется снижение тепло- и влагообеспеченности. Так, в северной части степей были развиты палеочерноземы южные на месте современных черноземов обыкновенных (Александровский, 1983; Иванов, 1992; Сычева, 1999; Чендев, 2004). На основании палинологических исследований установлено формирование лесостепных биоценозов в начале суббореала, а во второй его половине на водоразделах появились дубовые леса (Климанов, Серебряная, 1986). Есть мнение, что дубовые леса лесостепи появились в этом регионе раньше – в период 4,8–4,3 тыс. л. н. и происходило направленное усиление похолодания климата, границы тайги и широколиственных лесов сдвигались на юг. Также для

лесостепной зоны Придонья в хроноинтервале 4170 ± 100 – 3970 ± 160 тыс. л. н. установлены очень засушливые условия, способствующие распространению сухих степей на север и исчезновению лесов. Но интенсивность аридизации была не во всех регионах одинаковой и уменьшалась от степной зоны к таежной. В последующем этапе 3970 ± 160 – 3550 ± 110 тыс. л. н. природные условия стали более благоприятными (Спиридонова, 1991; Спиридонова, Алешинская, 1999). В хроноинтервале 4–3,7 тыс. л. н. в Курской и Харьковской областях также отмечается гумидизация и появление болот (Серебряная, 1976).

Для юго-востока Среднерусской возвышенности исследование подкурганых палеопочв сухостепной зоны показало, что в катакомбное и покровское время (4,5–3,8 тыс. л. н., археологическое датирование) климатические условия в регионе были более засушливыми, чем в настоящее время. Максимальная аридизация климата приходилась на конец III–первую четверть II тыс. до н.э.; современные темно-каштановые почвы были представлены палеокаштановым почвенным типом (Демкин и др., 2004).

Установлено иссушение климата в период 4,1–3,8 и увлажнение 3,5 тыс. л. н. в степной зоне Восточной Европы (Александровская, Александровский, 2005). Отмечалось появление множества поселений ямно-полтавкинского времени в Оренбургской области, в частности, в долине Илека, но условия были засушливыми. Для периода 3,4–3,5 тыс. л. н. (археологическое датирование) также констатируется существенная аридизация климата на основании исследования суглинистых палеопочв, погребенных под тремя курганными насыпями (Рысков, Демкин, 1997).

В ряде других стран: Китае, Передней Азии, Северной Африке – в период 4,3(4,2)–4(3,9) тыс. л. н. также выявлено снижение тепло- и водообеспеченности (Shishlina, Hiebert, 1996, Weiss, 1996)

Ритм изменения климата и демографическое развитие древних обществ бронзового периода. Динамика климата в различные хроноинтервалы может выявляться в демографическом развитии древних обществ, процессах их миграции и циклах цивилизаций (Никитин, 1978; Гумилев, 1993). Как видно из вышеприведенного анализа, развитие ямного сообщества Оренбургского Приуралья и Саратовской области проходило в III–начале II тыс. до н.э. и начиналось в несколько засушливых и теплых

условиях, в дальнейшем на протяжении основного и финального периодов его бытования атмосферная увлажненность увеличивалась, и затем уже за пределами существования этой культуры отмечалась тенденция возрастания засушливости климата (Дергачева, Васильева, 2006; Хохлова и др., 2008).

Для срубной общности, согласно вышерассмотренным данным, в начальную ее фазу было тепло с небольшим уменьшением увлажненности, в развитой период отмечалась благоприятная экологическая обстановка, в финальный этап наступила аридизация климата, с максимальной стадией 3,4–3,2 тыс. л. н.

В пользу вышеприведенного говорят палеодемографические данные. Показано, что в эпоху ранней ямной культуры численность населения Восточной Европы и Самарской серии была невелика, как и мезолитическую эпоху в отличие от энеолита (Хохлов, 2003). Это свидетельствует о высокой подвижности первых типичных скотоводов степного и лесостепного ареала этого региона (Мерперт, 1974). В заключительный период ямной общности в полтавкинскую культуру популяция была многочисленной. Детская смертность составляла 19%, среди взрослых преобладали мужчины (73%), они жили в среднем дольше (41 год), чем женщины (33,5 лет), и доживали до преклонного возраста. Эти данные подтверждают существование благоприятной внешней обстановки, достаточность пищи, отсутствие тяжелого изнашивающего организм труда и условий для возникновения эпидемических заболеваний (Хохлов, 2003).

Такое развитие археологических культур наглядно подтверждается синусоидным характером демографической кривой для численности населения срубной культурно-исторической общности эпохи поздней бронзы Нижнего Поволжья (3,6–3,0 тыс. л. н., ¹⁴C некалиброванные даты) (Сергеева, 2007). Демографические особенности установлены на основании археологических раскопок и картирования 1 040 срубных поселений. Проводился подсчет числа поселений на 1 000 км²; для более ранних срубных памятников оно составляет 2,5, для более поздних – 5,9 и для финальных – 1,2. Общая численность населения эпохи поздней бронзы на территории Саратовской области, как наиболее заселенной в Нижнем Поволжье, составляла 60–200 тыс. человек. При этом в Правобережье Волги она была меньше, чем в Заволжье. Таким

образом, при зарождении срубной археологической культуры заселенность региона была невелика, затем произошел подъем численности населения, и в финальном этапе началась ее стагнация. К сожалению, демографических данных для других исторических периодов недостаточно.

М.Ф. Косарев (1984) ранее отмечал, что в переходные узловые исторические эпохи: периоды, лежащие между каменным и бронзовым, бронзовым и железным веками «история как бы уплотнялась во времени, социально-экономическое развитие многократно ускорялось». Исследователь на примере Западно-Сибирской равнины предположил, что переход от неолитического охотничье-рыболовческого хозяйства к пастушеско-земледельческому в эпоху бронзы, а также от бронзового века к эпохе железа с кочевым скотоводством происходил в условиях жестокого экологического кризиса.

Зональная и ландшафтная структура сформировалась около 8 тыс. л. н., сообщества поселялись в приречных ландшафтах всех природных зон. В неолите начался процесс неравномерного социально-экономического и культурного развития этносов: более прогрессивного в субтропических и степных территориях и менее развитого в северных лесах. В южных регионах благоприятный климат способствовал развитию производящего хозяйствования в среднем голоцене и позднее – в лесные и лесостепные ландшафтах (Древние цивилизации, 1989). Н.И. Вавиловым установлено совпадение первичных центров распространения диких злаков и древнего земледелия (Вавилов, 1987)

Точность реконструкции палеоклимата существенно повышается при сопоставлении результатов, полученных с использованием нескольких методов исследования: палеопочвенного, палинологического, биоморфного, геофизических, палеозоологического, палеогидрологического и др. Для разных регионов степной и лесостепной зон в эпоху бронзы, как и целом для голоцена по литературным научным сведениям выявлено, следующее:

На основе почвенного, спорово-пыльцевого и биоморфного анализов нами реконструированы благоприятные экологические условия Южного Урала в начале II тыс. до н.э., что способствовало формированию и функционированию синташтинской культуры, включающей 22 укрепленных поселения, в том числе городище Аркаим.

Наше заключение о палеоклимате этого периода подтверждается многочисленными почвенными и палинологическими данными, полученными другими исследователями для представительной серии памятников (датированных по ^{14}C), располагающихся в сопредельных районах: в Оренбургском Приуралье, Тоболо-Ишимском междуречье, степном Самарском Заволжье, Северном Казахстане и в более дальних регионах: Среднерусской лесостепи и степи, Северо-Западном Прикаспии и Нижней Волге (Рябогина и др., 2005; Дергачева, Васильева, 2006; Хохлова и др., 2008; Болиховская, 2012 и др.).

Имеются и противоположные мнения, свидетельствующие об аридности климата периода средней бронзы в Южном Поволжье, сухостепной зоне Средне-Русской равнины и на территории Нижнего Дона (Александровский, 1983; Демкин и др., 2004; Песочина, 2014 и др.).

Следовательно, изменение ландшафтно-климатических условий Южного Зауралья происходило синхронно с таковым аридных сопредельных районов и, вероятно, связано с воздействием среднеазиатских воздушных масс, тогда как центральная и северная части Западной Сибири находились под влиянием атлантических атмосферных потоков.

В разных регионах степной и лесостепной зон отсутствовали общие синхронные однонаправленные изменения климатических условий, прослеживается метахронность, т.е. неодновременность трансформации экологической обстановки, биоценозов и почв под влиянием климата.

Отмечается *разная длительность* конкретного климатического хроноинтервала в разных регионах. Территориально варьирует *интенсивность выраженности* тепло- и влагообеспеченности конкретного климатического периода в разных регионах.

Изменчивость климата за историческое время по-разному фиксируется в трансформации растительного и почвенного покровов дренированных и слабодренированных ландшафтов, глинистых и песчаных равнин, предгорных и горных территориях и ареалах с различной степенью континентальности. Кроме того, климатическая изменчивость различно отражается в локальных условиях: в зависимости от положения в катене, степени выраженности микро- и мезорельефа, гранулометрического состава почв и материнских пород и др.

Интенсивная антропогенная нагрузка вблизи жизнедеятельности древних обществ может приводить к локальной деградации почв и растительности, что может быть ошибочно принято за изменение палеоклимата в сторону аридизации.

Почвам по сравнению с растительностью требуется больше времени для трансформации свойств, поэтому короткие хроноинтервалы динамики климата могут не находить в них отклика.

Установлена возможность декадной (десятки лет) реконструкции палеоклимата для монокультурного крупного могильника. В таком могильнике отдельные курганы сооружаются на протяжении определенного интервала времени, выявив время возведения этих курганов и определив свойства палеопочв, погребенных под этими курганами, можно установить направленность динамики климата в этом хроноинтервале (т.е. реконструировать климат в начале и в конце сооружения этого могильника) (Хохлова и др., 2009, 2010).

Функционирование древних обществ также сильно зависело от регулярно повторяющихся в течение нескольких лет подряд экстремальных событий: эпидемий, катастрофических засух, длительных паводков и наводнений, гололеда, высокого снежного покрова, которые приводили к пересыханию колодцев, изреживанию пастбищных биоценозов и гибели урожая, исчезновению диких животных и др.

Из вышерассмотренного материала видно, что противоречивость выводов о палеоклимате разных регионов может быть обусловлена многими причинами и требует дальнейшего изучения.

ГЛАВА 5. АРКАИМ И «СТРАНА ГОРОДОВ»: МОДЕЛИ СУЩЕСТВОВАНИЯ, ЭКОНОМИКА, ЭКОЛОГИЯ

Д. Г. Зданович, Г. Б. Зданович

Ритмы развития древних культур и цивилизаций, их возникновение, кризис и гибель во многом являются результатом взаимодействия общества и природной среды. «Жизнь человека связана с окружающей его природой, между ними – как бы параллелизм движения», – писал в начале XX в. акад. В.А. Гордлевский (1968, с. 76). Сегодня – в продолжение этих подходов – в науке позитивно развиваются представления о «коэволюции» (соразвитии) общества и природы, реализованные, в том числе в рамках концепции «социостественной истории» (Н.Н. Крадин и др.).

Особый смысл этот подход имеет для исследования евразийских степей и примыкающей к ним с севера лесостепной зоны. С одной стороны, это зоны древнего глубокого цивилизационного развития, многое значившие для развития общей цивилизации Старого Света; с другой, сегодня, – это один из наиболее уязвимых зональных поясов Земли, активно подверженных культивации.

Для реконструкции истории природы большое значение имеет изучение почв, которые являются не только «зеркалом» (В.В. Докучаев), но и «памятью» ландшафта (Иванов, Чернянский, 2000, с. 3). В археологии реконструкции основываются на критической интерпретации результатов, полученных естественнонаучными методами, и на сравнительных культурных материалах, привлекаемых в рамках этноархеологии (она же «живая археология» или «археология действия»). Этноархеология – метод расширения контекста археологического источника путем сбора данных, имеющих отношение к проблематике археологии, «за пределами раскопа», в этнической среде (Oestigaard, 1999). Эти данные являются источником идей и подходов, которые расширяют возможности интерпретации археологического источника и используются для разработки теоретических, научно-практических, экспериментальных и т.д. моделей и схем. Тем самым, мы можем лучше понять, как те или иные известные нам процессы «работали» в прошлом (Parker Pirson, 1999, pp. 21–36).

Текст этой главы – это опыт презентации археологии памятников типа Аркаим Синташта в рамках представлений об «археологии жизни».

5.1. Вопросы хронологии

Почти все исследованные раскопками памятники являются многослойными. Это укрепленные поселения Берсуат, Куйсак, Каменный Амбар, Устье, Синташта, Аландское, Степное. Исключение составляет укрепленное поселение Аркаим, которое с долей условности можно рассматривать как «закрытый комплекс» (вкл. 2; Зданович, Зданович, 2014).

По Аркаиму получено десять дат по ^{14}C в разных лабораториях (Москва, ГИН РАН, Киев, РЛ ИЭГ, Аризонский ун-т, США). Большинство из них – это датировки по дереву (в том числе древесному углю) и гуминовым кислотам палеопочв. Основная зона доверительных интервалов соответствует XVIII–XVI вв. до н. э., однако имеется группа дат, лежащих в пределах XXI–XX вв. до н. э. Отмечалось, что полученные радиоуглеродные даты требуют критического анализа (Зданович Г., 1997, с. 59–60).

С начала 2000-х гг. развернута международная научная программа по абсолютному датированию памятников эпохи бронзы Южного Урала. Для памятников синташтинской культуры получено 14 датировок. Согласно полученным результатам, даты существования на Урале синташтинской культуры укладываются в пределы 2020–1750 гг. до н. э. (Hanks et al., 2007), либо 2040–1730 гг. до н. э. (Епимахов, 2010). Как отметил А.В. Епимахов, ранний «шлейф» создают даты, полученные в Вильнюсской и Киевской лабораториях еще в 1970–начале 1980-х гг. Исключая их из рассмотрения и опираясь на 18 дат, полученных в 2000-х гг., удастся сузить интервал существования «синташты» практически до двух веков – 1970–1770 гг. до н. э. (1σ) (Епимахов, 2010, с. 50).

В конце 2000-х–начале 2010-х гг. количество датировок было расширено за счет материалов из раскопок поселений Степное, Каменный Амбар, Устье I. Наиболее представительна серия по Каменному Амбару – 18 дат. Материал – дерево, уголь, почва с органическими остатками. Отмечается, что даты, выполненные по почвам, древнее остальных на 300–400 лет (Еrimakhov, Krause, 2013, pp. 137). Итоговые вероятные временные интервалы существования поселения Каменный Амбар в синташтинский (синташтинско-петровский) период составляют:

2045–1980 (2100–1950) cal BC – 68,5% вероятности;

2030–1870 (2050–1760) cal BC – 95,4% вероятности (Еримахов, Краусе, 2013, pp. 137–139). Синташтинская фаза существования поселения Устье I датируется в пределах 1965–1880 (2030–1770) гг. до н.э. (Епимахов, 2013, с. 390).

5.2. Аркаим: планировочное решение и вмещающий ландшафт

Поселение Аркаим характеризуют уникальная сохранность оборонительных сооружений, наличие некрупных неукрепленных поселков и могильников, связанных с поселением и одновременных ему, и большое количество других археологических памятников вблизи. Примечательно, что при строительстве жилой зоны укрепленного поселения, первичный грунт снимался только там, где планировалось размещать постройки. Этот факт убедительно свидетельствует о том, что поселение создавалось на основе заранее подготовленного «проекта».

Внешний облик памятника хорошо читается на материалах аэрофотосъемок 1956 г. Под линзами стереоскопа предстает объемная картина древнего укрепленного центра в его почти первоизданном виде. Два кольца оборонительных стен, вписанных друг в друга, возвышаются над уровнем площадки мыса на высоту от 0,9 до 1,2 м. Площадь поселения в пределах двух колец фортификационных сооружений около 20 000 м². Археологическими раскопками вскрыто 8055 м². Геофизические исследования проведены на площади более 14 000 м² (Зданович Г., 1997; Тибелиус, 1995).

Диаметр внешнего кольца оборонительных стен около 143–145 м, внутреннего – 85 м. Ширина развалов внешних стен была 4–7 м, внутренних – 3–4 м. Боковые поверхности оборонительных стен были наклонены под крутым углом – «на глаз» под стереоскопом его можно оценить примерно в 60–70°. Толщина внешней оборонительной стены по основанию достигает 5,5 м, высота ее основной части не менее 5 м. Она состояла из бревенчато-грунтовых конструкций и деревянного бруствера. У основания стены – ее продолжение – сухой обводной ров глубиной до двух метров. Внутри стен располагались помещения и ниши. Стена цитадели имела толщину по основанию 2,5–3 м и была примерно в полтора раза выше внешней, второй «городской» стены.

В пространстве между кольцами стен четко читаются два круга удлинённых жилищных впадин, расположенных вдоль внутренних периметров стен и ориентированных по радиусам, к центру поселения. На аэрофотоснимках просматривается также третья линия сооружений – ров и вал. Данные снимков подтверждены результатами раскопок. Площадь третьего кольца составляет около 18 тыс. м². Вероятно, эта территория предназначалась для содержания и охраны скота. Центральная часть цитадели свободна от следов каких-либо построек и несколько возвышается над рядами жилищ. Центр планировочного каркаса – овально-квадратная площадь (25 × 35 м).

Измерения, выполненные по материалам аэрофотоснимков 1956 и 1978 гг., выявили, что за 22 года внешняя стена понизилась на 30 см, внутренняя – на 10–30 см. Ширина развалов стен увеличилась – внешних до 6–10 м, внутренних до 5–8 м, угол наклона их боковых поверхностей стал пологим. Стены как бы «расплылись», профиль их стал более округлым. Материалом разрушенных стен были завалены ров и прилегающие к стенам «жилые» территории.

В поселке было четыре основных входа, ориентированных по сторонам света, но только западный вход был широким (4–5 м) и выходил на круговую улицу, остальные сопрягались с узкими длинными лабиринтами внутри радиальных стен. Эти стены разбивали второе кольцо жилищ на четыре сектора, что увеличивало возможности обороны.

Внешняя оборонительная стена в местах входов имеет воронковидные выемки. Очевидно, главным был западный вход. Здесь наибольший разрыв внешней кольцевой стены – края «воронки» отстоят друг от друга на 38 м, а глубина ограничена стеной цитадели. В узком месте «воронки» на внутренней стене отчетливо читается подквадратное утолщение размерами около 11,5 × 12 м, где, по-видимому, помещалось сооружение типа надвратной башни. К северу от развала «башни», между внутренней стеной цитадели и северо-западной стеной «воронки» имеется перерыв, который можно интерпретировать, как боковой вход в северо-западный сектор поселка.

Вполне вероятно, что под развалами подквадратного сооружения был проход на центральную площадь: на аэрофотоснимке

между площадью и «башней» видны параллельно расположенные невысокие валы и канавообразные углубления, по-видимому, следы когда-то закрытого туннелевидного прохода.

К западу от «башни», за пределами оборонительных стен прослеживается древняя дорога, ведущая из поселка на запад. Она трассируется на современной поверхности цепочкой мелких впадин и более темной, несколько пониженной полосой уплотненного грунта. «Воронка» северного входа намного меньше – разрыв кольца около 20 м, и глубина воронки около 12 м. Она соединяется с внутренним валом мощной радиальной стеной, толщина которой около 4 м. В основании «воронки» – мощный развал грунта – следы какого-то привратного сооружения, которое было расположено на стыке изгиба внешней и радиальной стен. В боковой, западной части северной «воронки» на аэрофотоснимках виден разрыв – возможно, проход.

Разрыв кольца восточной воронки около 11 м. Она также соединяется с внутренним кольцом обороны радиальной стеной, которая имеет весьма сложное строение. Ширина этой стены (вернее, ее развалов) не менее 8–10 м. Вдоль ее центральной зоны видно канавообразное углубление. Можно предположить, что внутри радиальной стены был проход в виде туннеля, а углубление образовалось на месте рухнувшей кровли. В месте соединения восточной радиальной стены с внутренним валом хорошо читается утолщение стен размерами около 8 × 8 м, где, возможно, располагалось одно из башенных сооружений стены цитадели. Это утолщение внутренней оборонительной стены соединено с внешним валом дополнительной радиальной стеной, которая отходит под небольшим углом, так что во внешнем жилом пространстве образуется треугольный сектор.

За пределами поселка напротив «воронки» восточного входа, на продолжении радиальной стены на аэрофотоснимке виден фрагмент небольшого грунтового вала длиной около 10 и шириной 3,5 м, очень сильно разрушенного. Можно предположить, что это остатки моста через обводной ров. На продолжении этого вала на восток на протяжении 20 м виден ряд невысоких бугорков, которые построены в один ряд и составляют с вышеописанным валом единую конструкцию. Возможно, это остатки вала небольшой плотины.

«Воронка» южного входа очень пологая, глубина прогиба около 3 м. Южный вход соединен с внутренним кольцом обороны также радиальной стеной, ширина развалов которой варьирует от 5 до 8 м. Вдоль радиальной стены по ее центру трассируется ряд узких углублений. Возможно, под стеной существовал проход, и углубления возникли на месте рухнувшей кровли. В месте соединения радиальной стены с внутренним кольцом обороны на аэрофотоснимках виден разрыв в стене и смещение концов разрыва относительно друг друга. На месте смещения имеется узкий косой проход, ведущий во внутренний жилой сектор. Восточный конец разрыва смещен на север примерно на 3 м, и от него отходит радиальная стена шириной около 4 м, заканчивающаяся вблизи центральной площади.

Таким образом, с четырех сторон укрепленного поселения существовали очень сложные входы в его пределы, оформленные в виде воронковидных углублений внешней оборонительной стены. С внутренним кругом обороны они соединялись радиальными стенами с потайными проходами и надвратными сооружениями – башнями. Очевидно, что радиальные стены входили в систему привратной обороны, а в самом массиве стен пролегал коридор входа.

На аэрофотоснимках четко дешифрируется обводной ров, прослеживающийся непрерывной полосой по контуру внешней стены с напольной стороны. Ширина рва на современной поверхности колеблется от 4 до 8,5 м. С южной и восточной сторон имеется несколько расширений рва диаметром до 10–12 м, на дне которых под стереоскопом видны более глубокие ямы. В частности, такие округлые ямы диаметром около 6 м и глубиной до 0,5–0,6 м расположены с обеих сторон «воронки» южного входа. Между ними, непосредственно напротив входа, имеется небольшое округлое углубление диаметром 1,5–2 м. Очевидно, что эти углубления были связаны с какими-то конструкциями, предназначенными для обороны южного входа.

На аэрофотоснимках 1956 и 1978 гг. видны прямолинейные понижения, отходящие от обводного рва на северо-запад и на юг. На местности они выглядят как неглубокие прямолинейные канавки, заполненные темно-серой почвой и фиксирующиеся влаголюбивой растительностью или невысоким кустарником. Опираясь

на данные, полученные при исследовании подобной канавки на укрепленном поселении Аландское, мы условно считаем их водоотводными каналами. Один из таких каналов начинается у «воронки» северного входа и соединяет ров с оросительным каналом «Аркаимского огорода». Второй фиксируется в районе южного входа и направлен на юг. Он соединяет обводной ров с одной из проток р. Утяганка.

Ров вокруг внутренней стены дешифрируется фрагментарно, по-видимому, из-за мощных завалов рухнувшей оборонительной стены и стен жилищных построек. Ширина фрагментов внутреннего рва около 3–4 м.

На расстоянии 30 м от обводного рва на аэрофотоснимке виден еще один ров, идущий параллельно внешней системе обороны, огибающий поселение с юга, востока и с севера, где он дешифрируется в виде фрагментов. Ширина рва около 7 м, глубина на современной поверхности, судя по аэрофотоснимку, небольшая, не превышающая 50 см. В 40 м к северу от восточного входа на аэрофотоснимках фиксируется небольшой канал, соединяющий обводной ров с внешним рвом.

Участок поверхности, заключенный в кольцах оборонительных стен, имеет упорядоченную радиальную структуру, которая обусловлена чередованием удлиненных овальных жилищных впадин и развалов стен жилищ. Впадины располагаются тесными рядами вдоль внутреннего периметра оборонительных стен, ориентируясь по радиусам. Размеры их колеблются от 10 × 5 до 23 × 10 м, но в основном они имеют среднюю величину 16–17 × 5–6 м. Естественно, что величина впадин на поверхности не соответствует реальным размерам аркаимского жилища, так как обычно они завалены материалом рухнувших стен и кровли. Глубина впадин от 30–40 до 50–70 см. На аэрофотоснимках в каждой жилищной впадине под стереоскопом обнаруживаются 1–2 углубления, заросшие более густой травой. Как показали полевые исследования, по ним можно определить места древних колодцев и хозяйственных ям, которые наиболее четко определяются в сочетании с геофизическими методами – по микромагнитной съемке (Тибелиус, 1995, с. 184).

Как уже отмечалось, жилое пространство между внешней и внутренней линиями обороны разделено радиальными стенами,

связанными с входами, на четыре сектора. В северо-западном секторе расположено 10 жилищных впадин, в северо-восточном – 11. В южном конце этого сектора две впадины отделены дополнительной стеной, так что сформировалась треугольная площадка. Юго-восточный сектор содержит 9 жилищных впадин. Он также разделен дополнительной радиальной стеной на две части – северо-восточную и юго-западную. Последняя содержит 7 жилищных впадин, на территории северо-восточной части находятся 2 впадины. Дополнительная радиальная стена имеет небольшую толщину – около 3 м. На месте соединения ее с внешней стеной видно утолщение размером примерно 6×6 м. В юго-западном секторе находится 10 впадин.

Таким образом, во внешнем жилом круге по аэрофотоснимку отдешифровано 39 жилищных впадин. Во внутреннем жилом секторе, по данным раскопок и микромагнитной съемки, располагались 24 жилища. Однако на аэрофотоснимке фиксируются 22 жилищные впадины. Такое несовпадение объясняется тем, что на снимке мы видим не реальные жилища, а лишь полузаваленные впадины, и некоторые, наиболее мелкие и узкие жилища, могут быть полностью снивелированы.

Центр поселения был свободен от жилых построек. На аэрофотоснимках центральная площадь фиксируется площадкой подпрямоугольной формы, несколько приподнятой над жилищными впадинами внутреннего круга, ориентированной с северо-востока на юго-запад. Длина площадки около 35 м, ширина около 25 м.

На снимках 1956 г. виден фрагмент еще одной, дополнительной стены, окружающей памятник полукольцом с запада и северо-запада и прикрывающей «воронку» западного входа. Она фиксирует край террасы и отстоит от внешней (второй) стены поселения на 40–45 м, а на юге и севере, изгибаясь, подходит вплотную к базовым фортификационным сооружениям. По измерениям на геодезических стереоприборах высота ее на момент аэрофотосъемки была от 20 до 90 см. Площадка, ооконтуренная этой стеной, имеет такую же, как в кольцах Аркаима, радиальную структуру фотоизображения. Вдоль стены в один ряд располагаются овальные неглубокие, почти плоские впадины или, скорее, площадки, ориентированные так же, как и жилища – по радиусам, к центру

поселения. Размеры крупных впадин от 22×8 до 25×10 м, средние размеры более мелких впадин 18×10 м. Всего в пределах хозяйственной площадки зафиксировано 15 впадин. По своему внешнему виду они отличаются от остатков жилищ, расположенных в пределах двух кольцевых площадок, своей незначительной глубиной (10–15 см), плоским дном, отсутствием углублений от печей и колодцев, отсутствием мощной обваловки от развалов стен. По всей видимости, они представляют собой следы каких-либо наземных хозяйственных построек без капитальных стен, например, загонов для скота, «парковок» для колесниц, конюшен, т.е. за пределами внешней стены существовала хозяйственная площадка, обнесенная более легкой стеной по краю террасы. В пределах этой площадки дешифрируются грунтовые валы, отходящие от краев «воронки» западного входа и разделяющие ее на две части – южную и северную. В южной части находилось 5 впадин, в северной – 10. Валы, по-видимому, являются развалами перегородок, отделявших хозяйственную зону от главного входа в поселок.

Все эти хозяйственные сооружения, отчетливо запечатлевшиеся на ранних снимках, в настоящее время на современной поверхности площадки визуально не просматриваются. К северо-востоку от поселения, на краю мысовидной площадки, на аэрофотоснимке читаются подквадратные структуры, образованные светлыми валами с пониженной площадкой в центре. Возможно, это следы каких-либо хозяйственных построек. Длина этих сооружений 10, 20 и 25 м.

Аркаимский огород. В 40–45 м к северу от внешней оборонительной стены и непосредственно у подножия третьей стены на площадке высокой пойменной террасы располагается памятник древнейшего на Урале земледелия – Аркаимский огород. Памятник очень сильно пострадал от перевыпаса скота и процессов морозного выветривания. На поверхности наблюдались многочисленные тропы, по которым скот двигался к водопою. В северо-восточной части на площадке размером около 8×8 м в результате солифлюкционных процессов образовались полигоны.

Возделанная площадка огорода протянулась вдоль тылового шва высокой поймы с юго-запада на северо-восток на 130–140 м. Ширина ее около 45 м. Огород состоит из ряда параллельных

«грядок» – плоских узких площадок шириной около 3–5 м, рассекающих площадку поперек и разделенных глубокими канавками. Глубина канавок на современной поверхности от 20 до 50 см, ширина от 0,5 до 1,0 м. Канавки соединены с каналами, которые ограничивают площадку «огорода» с юго-востока и северо-запада.

По аэрофотоснимкам можно проследить водные потоки, существовавшие в древности – старые русла рек и, предположительно, искусственные каналы и водоемы. Одно из старых русел р. Утяганка располагалось южнее Аркаима и огибало террасовый остров с юга и с запада. Вблизи памятника в районе западного входа этот естественный поток разделяется на два рукава. Один из них направлен в русло р. Б. Караганка, второй – на северо-восток, вдоль тылового шва высокой поймы, параллельно уступу террасы. Он проходил вдоль огорода и соединялся с поперечными каналами, разделяющими грядки. Этот поток, вероятно, был искусственным каналом и служил для орошения «Аркаимского огорода».

Параллельно современному руслу р. Утяганка по левому берегу на протяжении 500 м прослеживается почти прямолинейное сухое русло, имеющее по всей длине четко выраженный корытообразный профиль при ширине около 15 м, что наводит на мысль о его искусственном происхождении. Можно предположить, что естественное русло было подправлено руками человека.

Близ поселения Аркаим канал поворачивает в сторону памятника и образует за его восточной стеной каскад из двух водоемов. Ложа этих небольших запруд отчетливо читаются на аэрофотоснимках и фиксируются на местности в виде довольно глубоких впадин. Возможно, во время функционирования поселения это были небольшие водохранилища. Вместительность для этих водоемов было естественное понижение в пойме р. Утяганка, параллельное современному руслу. Первый водоем имел максимальную ширину около 30 м и длину 50 м. На аэрофотоснимке четко видно, что дно водоема имело три поперечные ступени, разделяющие водоем на три части по глубине. Наиболее глубокая часть совпадает с максимальной шириной запруды. Менее глубокая расположена в устье старого русла (канала). Границы между ступенями прямолинейные, возможно, здесь были небольшие плотины, предназначенные для регулировки заполнения водохранилища.

Второй водоем находился к северо-западу от первого и соединялся с ним небольшим каналом. Это было довольно узкое, шириной около 12–14 м водохранилище, длиной около 50 м. Самая глубокая часть, которая хорошо видна на аэрофотоснимках всех лет съемки, находится у западного борта водоема и совпадает с участком третьего (внешнего) рва. Эта запруда соединялась прямолинейным каналом, идущим в северо-восточном направлении, с руслом р. Б. Караганка. По-видимому, этот канал служил для сброса излишней воды в периоды паводков.

В 500 м от поселения Аркаим на юго-восток, у крутой излучины р. Утяганка, фиксируется сильно разрушенный вал, расположенный поперек старого русла и прямолинейного канала. Возможно, что здесь была искусственная плотина, позволявшая накапливать воду в Утяганке, а затем, при необходимости, спускать воду в русло или в канал. Возможно, существование этой плотины заставило резко повернуть русло реки, в результате чего образовалась крутая петля.

Культовые сооружения. При работе с аэрофотоснимками в округе укрепленного поселения удастся выявить следы ряда объектов неопределенного назначения, возможно, культового.

К юго-западу от поселения Аркаим, на противоположном берегу старого русла р. Утяганка, на площадке первой надпойменной террасы, выступающей в виде приподнятого островка высотой около 3,5 м над урезом воды, на аэрофотоснимках 1956 г. четко читается структура, представляющая собой вписанные друг в друга квадраты со сторонами 130–140 м. В центре этой структуры располагается круглая грунтовая насыпь – курган диаметром 16 м. Стороны квадратов имеют неоднородную структуру. Они образованы цепочками мелких ямок или канавок. На стереомодели видно, что это фрагменты ограждений – чередование канавок и небольшой высоты валов. С северо-западной стороны это сооружение примыкает вплотную к бровке террасы и частично разрушено рекой. На юго-восточном углу фрагменты ограждения развернуты во внешнюю сторону. По-видимому, здесь был вход в пределы огражденной площадки. По всей вероятности, эта структура является остатками каких-то ритуальных или культовых сооружений типа мавзолея. Не совсем ясна его культурная принадлежность – относится ли он к поселению Аркаим или принадлежит более

позднему периоду. Материал раскопок кургана весьма невыразителен, и курган условно отнесен к срубно-алакульскому времени.

Вблизи Аркаима на площадке острова на аэрофотоснимках фиксируется ряд объектов, которые не связаны с природными процессами, и их можно объяснить только деятельностью человека. Конкретную функцию этих объектов невозможно объяснить без археологических исследований. В некоторых случаях эти объекты выражены на аэрофотоснимках в виде линий, так называемых «линеаментов», которые трассируются цветом почвы, более густой травой, мелкими ямками или бугорками и т.д.

Как правило, такие объекты при детальном исследовании находят материальное объяснение. Так, с южной стороны поселения в пространстве между обводным и «дополнительным» рвом на аэрофотоснимках четко просматриваются линеаменты, параллельные всей конструкции поселения.

В 30–50 м к юго-востоку от поселения видны параллельные ряды неглубоких ямок, заросших кустарником. Ямки образуют прямоугольную структуру размерами 125 × 85 м, ориентированную с юго-востока на северо-запад. Ряды ямок сопровождаются параллельными невысокими валами, что хорошо подчеркивает прямоугольную структуру. Происхождение этой структуры не может быть объяснено природными процессами.

На этой же территории на аэрофотоснимках виден круг диаметром, примерно равным внешнему кольцу поселения Аркаим. Он фиксируется круговой линией более светлой почвы. В пределах этого круга почва несколько осветлена. На местности эту линию и светлый круг на почве проследить чрезвычайно трудно из-за сплошного травяного покрова, но эта структура четко видна на аэрофотоснимках всех периодов съемки, снятых с разными параметрами.

Говоря в целом, если внимательно анализировать аэрофотоснимки округа древнего поселения, то практически на всей площади мыса, образованного при слиянии рек Б. Караганка и Утяганка, начиная от современного поселка Александровский до вершин холмов по правобережью Утяганки, можно обнаружить те или иные следы деятельности аркаимского населения. Это более светлые, измененные присутствием золы почвы; следы каких-то строительных конструкций, не выраженные в микрорельефе, но

четко проявленные в цвете почвы или фиксирующиеся растительностью; фрагменты древних дорог; культурные слои неукрепленных поселений, где была обнаружена синташтинская керамика. Сюда же следует отнести участки пойменных террас по правым берегам рек Утяганка и Б. Караганка, прилегающие к долинам рек степные участки, где, по всей вероятности, выпасались многочисленные аркаимские стада, а также площадь на правом берегу Утяганки, занятая аркаимским некрополем.

Нам известно, что для строительства жилищ, осуществления металлургического процесса и для бытовых нужд аркаимскому населению требовалось большое количество дерева. Поэтому прилежащие холмы, вершины которых, покрытые лесом, также должны были входить в поле деятельности аркаимцев. Таким образом, пространство вокруг укрепленного поселения Аркаим площадью около 25–30 км² мы можем смело назвать культурным ландшафтом бронзового века, связанным с деятельностью аркаимского населения.

5.3. Аркаим: функции и функционирование, проблемы палеодемографии

Жилища. На поселении Аркаим археологическими раскопками вскрыто 29 жилищ: 17-во внешнем кольце и 12 – во внутреннем круге. Геофизическими методами установлено, что всего во внешнем круге было 39–40 домов, во внутреннем – 27. Жилища внутреннего и внешнего кругов не имеют резких отличий. Вписанные в концентрические окружности они имели форму трапеций и пристраивались одно к другому с общими длинными стенами. Ширина жилых сооружений равна 6–8 м, длина до 20 м. Окон у таких домов не было. Кровля была плоской. Очевидно, свет лился с потолка из специальных проемов в кровле и из «фонаря», который возвышался над хозяйственным отсеком. Площадь раскопанных жилищ составляет от 110 до 180 м², котлованы углублены в древнюю поверхность на 0,4–0,5 м. В каждом жилище – четыре зоны: коммуникативная, общественно-хозяйственная, рекреационная (комнаты для отдыха малых семей); отдельно выделяется дворик (тамбур) (Зданович, Зданович, 2014). В домах были печи разного назначения, в том числе металлургические, дымоотводные системы, хозяйственные ямы. Были и колодцы – «холодильники»,

совмещенные с хозяйственными ямами. Часто колодец соединялся с металлургической печью воздуходувным каналом для улучшения металлургического процесса. На дне такого колодца помещали жертвоприношения из обожженных черепов и копыт домашних животных. Вероятно, оно предназначалось богу Огня.

Строительные материалы. В основу конструкции жилищ положена опорно-балочная система с использованием особой формы деревянных каркасов. При всей роли столбовых конструкций основная несущая нагрузка приходилась на грунтовые стены – оборонительные, радиальные и стены домов. Выявлены разные варианты использования грунтов в качестве строительных материалов. Вероятны искусственные примеси, при этом уже природные свойства грунтов превращали их в удобный и достаточно надежный строительный материал (Вязкова, 1998; Иванов, Чернянский, 2000), что, в частности, позволяет рассматривать и аркаимское жилище, и поселок в целом как «природно-техническую систему» (Вязкова, 1998). Из основы-грунта делали сырцовый мелкоштучный кирпич и крупноразмерные блоки. Особая прочность достигалась цементирующими агентами (карбонат, гипс). Одна из технологий – послойная заливка жидкого грунта в опалубки и тщательная просушка. Реже встречается обожженный кирпич.

Близость леса повлияла на градостроение. Объем дерева, необходимый для строительства одного дома, около 100 м³. Из древесины создавали каркас оборонительных стен, мостовые, им закрепляли стенки ливневых колодцев и оборонительных рвов. При отделке кровли деревянные конструкции покрывали тонкими слоями глины. Интересна и колористика. Конструкции оборонительных стен обкладывались черным «кирпичом» (сырец из гумусового слоя), дома – глиной светло-желтых, зеленоватых, реже красноватых цветов. Широкое использование самана-сырца требовало создания развитой водоводной системы.

Коммуникации и водопользование. Планировка позволяла попасть из каждой точки «города» в любую другую точку (в том числе на оборонительные стены и башни) по двум круговым ярусам: по нижней концентрической улице и по верху оборонительных стен и по кровлям домов. Радиальные стены соединяли цитадель с внешними фортификационными сооружениями.

В каждом доме найдено 1–3 колодца для питья, приготовления пищи и для технических нужд. С кровель вода сбрасывалась через деревянные желоба. Водотоки внутреннего и внешнего кольца жилищ сообщены со рвом ливневой канализации. На его дне, через каждые 15–30 м находились водосборные колодцы с примитивными очистными сооружениями (гребень из хвороста и глины и кольцевая канавка, где отстаивалась грязь). Из внутреннего рва кольцевой улицы, перекрытого деревянной мостовой, вода переливалась во внешний обводной ров, опоясывающий город и связанный с «пригородным» водоемом. Водоем каналом и речной протокой был соединен с рекой.

Аркаим: сколько было жителей и почему? (проблемы палеодемографии). Демографический аспект существования аркаимско-синташтинской культуры и в целом комплекса «Страны городов» является почти не исследованным вопросом.

Предлагаемые в литературе цифры представляются условным числовым выражением субъективных соображений авторов и различаются на порядок. Так, авторами раскопок Аркаима (Г.Б. Зданович) первоначально была предложена цифра 2000(2500)–3000 человек, тогда как В.М. Масон (2000, с. 154) «сократил» их количество до 350–400. По оценке С.А. Григорьева, в небольших поселениях с одной линией оборонительных сооружений (типа Сарым-Саклы) обитало 500–700 человек, в более крупных (Аркаим, Синташта) – от 1000 до 1800 человек, (Григорьев, 1999, с. 23). А.В. Епимахов оценивает численность населения укрепленных центров как 700–800 человек (Епимахов, 1996, с. 59) или с учетом размеров территориального округа, не более 1000 (Yerimakhov, 2002, pp. 143).

Все возможные данные и наблюдения, а также подсчеты населения, сделанные на их базе, можно разбить на три группы.

1. Доказана неприемлемость для демографических подсчетов использовать численность погребенных в могильниках, так как они характеризуются непропорционально малым для жизни поселения количеством захоронений (Епимахов, 1996), а их «палеопопуляции» имеют неестественную (возможно, искаженную идеологическим фактором) возрастную структуру (Зданович, 1997).

2. Как показывают данные этноархеологии, значимую зависимость между размером поселения и количеством его насельни-

ков можно выявить лишь тогда, когда известен тип поселения (форма его функционирования) и плотность застройки (Schreiber, Kinting, 1996). В этом плане нужно отметить, что исключительно высокая плотность застройки укрепленных поселений «Страны...», почти не имеющая в этом плане аналогов, свидетельствует в пользу большой плотности их заселения. Важным показателем представляется количество отдельных помещений/«комнат» в жилищах, предположительно предназначенных для обитания малых семей.

При расчете числа людей, проживающих в жилище, целесообразно исходить из площади 4,5 или 5 м² на одного человека. Средняя площадь жилища составляет около 150 м². Следовательно, в нем, в соответствии с условно взятыми нормами, должны проживать от 31 до 34 человек. Контрольный вариант расчета проведем по количеству комнат для сна и отдыха. По нашим данным в них использовали нары, которые могли располагаться в 2–3 яруса. Чаще всего таких комнат 6 или 8. Количественный состав парной семьи обычно определяют в 5–7 человек. Таким образом, в доме проживало от 30 до 40 человек. Полученные по Аркаиму данные полностью согласуются с проведенными ранее исследованиями по демографии срубной культуры; подчеркивается вероятное влияние синташтинских традиций на организацию быта в «срубной» среде (Сергеева, 2007).

Эти цифры не выглядят преувеличением, если принять во внимание данные этноархеологии. Так, в 1930-е гг. у традиционных насельников Памира описан дом площадью 121 м², в котором на тот момент постоянно жили 55(!) человек. Обычно же, по свидетельству этнографов, в таких домах проживало около 40 человек (большая патриархальная семья). При этом, как подчеркивают исследователи, в описанных большесемейных домах не ощущалось «дефицита жилой площади» (Каландаров, 2004, с. 219).

Другой возможный пример – традиционные жилища нуристанских народов (Гиндукуш), которые по своей организации и планировке имеют много общего с жилищами Аркаима (Klimburg, 2002). Есть и важное отличие: здесь жилище предназначено для малой семьи. Поэтому жилища меньше по площади и имеют квадратную форму. В итоге в стандартном доме калашей 5–7 человек размещаются на площади менее 30 м² (Wynne, 2004, pp. 59). Таким

образом, на одного человека приходится общей площади, включая хозяйственную: у памирских народов – от 2,2 до 3 м², у нуристанцев (как и на Аркаиме) – 4,3–6 м².

Таким образом, цифры, полученные на основании площади жилища, и данные, полученные исходя из количества комнат «для сна», вполне сопоставимы друг с другом и с данными этнографии. В таком случае в целом на поселении (общая жилая площадь 9 600 м²) могло проживать около (и несколько более) 2 тыс. человек. Интересно, что легендарная «вара» древних иранцев вмещала в себя 1 900 человек (Пьянков, 2010).

От модели аркаимского жилища – через укрепленный поселок – допустимо перейти к оценке демографической ситуации в целом в «Стране городов». На территории «Страны...» известно не менее 20 укрепленных центров, что равняется порядка 50 тыс. ее древних обитателей. С одной стороны, это может выглядеть как некоторое преувеличение, поскольку не все укрепленные центры существовали одновременно (Зданович, 2010), с другой – не все памятники нам известны, часть из них не сохранилась.

3. С размером коллектива и экологической ситуацией также пропорционально связан объем трудовых затрат, направленных на возведение и периодическую перестройку конструкций укрепленных центров. Сведения о трудовых затратах, которые приводит Л.Л. Гайдученко (2003), касаются только земляных работ (выборка котлованов жилищ). Интересен вывод о календарном времени начала строительства поселков: весенний период, предположительно сразу после 15 апреля (Гайдученко, 2003). Это значит, что осуществлявший строительство коллектив не только смог освободить строителей от повседневных забот о пище, обеспечив их потребности за счет избыточного продукта, но и поставил эту задачу на середину весны – период, во-первых, наиболее проблемный в пищевом году, а во-вторых, исключительно важный и напряженный для скотоводов. Косвенно этот момент также свидетельствует о достаточно большой численности коллектива.

Сколько было «синташтинцев», и почему? Данные раскопок некрополей. Неоднократно отмечалось, что количество выявленных синташтинских захоронений не соответствует масштабам этой культуры. Так, А.В. Епимахов пишет, что возможное общее количество «синташтинцев», погребенных в могильнике Камен-

ный Амбар 5 (200 по его оценке), находится в противоречии с реконструируемым числом жителей укрепленного поселения с учетом всего времени его существования (Епимахов, 2005, с. 149).

Антропологические определения имеются только для пяти погребальных памятников. Все они являются «многомогильными» курганами: Большекараганский могильник, курган 25 – от 29 до 32 индивидов (Зданович и др., 2002); Степное 1, курган 4 – 22 индивида (Зданович, 2013); могильник Каменный Амбар 5, курганы 2 и 4–49 и 46 индивидов (Епимахов, 2005); Могильник Кривое Озеро, курган 10 – около 30 индивидов (Рыкушина, 2003; Виноградов, 2003). Итого в целом выявлены останки 177 индивидов.

Как видим, данные по разным курганам расходятся более чем в два раза, но все-таки они дают возможность оценочной интерпретации количества погребенных в синташтинских «многомогильных» курганах. Среднее количество, по приведенным выше пяти случаям, 35 человек.

Другие данные. В могильнике Степное (некрополь укрепленного поселения Степное, курганы 6 и 7) выявлены останки 9 человек. Уверенно определяется количество погребенных в кургане 9 мог. Кривое Озеро – 8 человек. Мог. Солнце 2 составляют некрупные курганы, с индивидуальными захоронениями и «пустыми» ямами – останки 6(?) человек. Практически нельзя определить численность погребенных в курганах 24 и 26 Большекараганского могильника из-за наличия в них крупных «ограбленных» ям. Ориентировочно можно предположить, что эти комплексы БК в сумме дают останки 30–40 человек.

Остается проблема очень крупного Синташтинского могильника, для которого нет антропологических определений. По расчетам А.В. Епимахова, там было захоронено порядка 100 индивидов (Епимахов, 1996). Нам представляется, на основе опубликованных материалов, что их было несколько меньше, вероятно, около 70 человек.

На основе анализа имеющихся данных, число захороненных составляет примерно 300 «синташтинских индивидуумов». Это несоизмеримо мало относительно захоронений других культур региона эпохи поздней бронзы. Этому положению дел предложено два основных объяснения.

1. Особенности ритуального поведения. Высказывалось предположение, что в синташтинской традиции существовало несколько типов погребального обряда. Лишь один из них – трупоположение в грунтовых ямах – хорошо прослеживается археологически (Зданович Д., 1997, с. 27, 36–37). Наиболее вероятный «альтернативный» вариант обряда – выставление трупов. Этот вариант косвенно документируется отдельными захоронениями «очищенных» костей (в виде «пакетов» и др.) и возможными парциальными захоронениями. Аргументация косвенная, но целый ряд наблюдений свидетельствует о сложных и разнообразных манипуляциях с костями и трупами в синташтинское время. Сходные данные и вопросы характеризуют и ряд культур, гипотетически родственных «синташтинцам». В частности, это протодардская (т.е. ранняя индоарийская?) культура эпохи бронзы долины р. Сват в современном Пакистане (Tucci, 1977).

Также обращают на себя внимание следы огня в могилах. На БК-25 следами «огненных ритуалов» отмечено 36% могильных ям (Зданович и др., 2002, с. 96), в мог. Каменный Амбар 5–25%, но, возможно, они были в половине могильных ям (Епимахов, 2005). С одной стороны, использование в погребальном ритуале огня наталкивает на мысль о своего рода моделировании обряда трупосожжения и, следовательно, о возможности существования такого ритуала в действительности. С другой стороны, «нет свидетельств воздействия огня непосредственно на покойных» (Епимахов, 2005, с. 146), всегда поджигали только погребальные конструкции.

Еще одним фактором ритуального поведения может быть «летний», теплого времени года, характер обрядов, проводимых на пригородных некрополях (Зданович Д., 1997, с. 61–62; Епимахов, 2002, с. 146).

Наконец, тип обряда мог определяться причиной смерти человека. В раскопанных некрополях отсутствуют индивиды со следами насильственной смерти, – при высокой, как принято думать (Нелин, 1999; Чечушков, 2013 и др.) степени милитаризации синташтинского общества. Возможно, что в отношении этих лиц применялись другие формы обрядности.

2. Также предполагается, что причину «логичнее искать в механизме функционирования общин, обживавших поселения, нежели в специфических особенностях погребальной обрядности,

не оставившей материальных следов в веках» (Виноградов, 2011, с. 32). И далее: «синташтинские укрепленные поселения, как кажется, никогда не были заселены в полном объеме, иначе сложно объяснить несоответствие их масштабов и сопутствующих могильников. ... Синташтинские укрепленные поселения, судя по ряду наблюдений, существовали не в одно и то же время, никогда не были заселены полностью и функционировали в каком-то особом режиме. Скорее всего, это был режим сезонного посещения с постоянным проживанием в них лишь небольшой группы населения. Погребальные поля именно этих нескольких больших семьи мы и находим рядом с поселениями» (Виноградов, 2011, с. 88, 93–94). С этой точкой зрения сложно согласиться.

Было высказано предположение: о динамике обитаемости укрепленных синташтинских поселений может свидетельствовать сезонность забоя животных, кости которых там обнаружены. В этой связи изучались регистрирующие структуры зубов домашних копытных из культурных слоев. Исследованы выборки костей из пяти поселений: Степное и Аландское (Гайдученко и др., 2011), Аркаим, Устье, Каменный Амбар (Бачура, 2009; 2013; Бачура и др., 2011; Косинцев, Бачура, 2013). Интерпретация полученных результатов выполнена в разном ключе, что частично затрудняет сопоставление данных. На поселениях Устье и Каменный Амбар нет или почти нет животных, забитых «летом» (исследовались останки только крупного и мелкого рогатого скота). На трех других поселениях такие останки есть, но их немного (Аркаим – 15% от общего числа). Данные по поселениям Степное и Аландское были трансформированы в категорию количества мясного продукта, полученного от забоя животных (по методике, представленной в работе Гайдученко, Здановича, 2000). Цифры по «холодному» и «теплому» периодам года соотносятся как 3 : 1. На этом основании Л.Л. Гайдученко предположил, что в «теплый» сезон население укрепленных поселков сокращалось примерно на две трети, что связано с технологией животноводства (Гайдученко и др., 2011). П.А. Косинцев и О.П. Бачура озвучили сходную идею: «в синташтинское время летом на поселении (Каменный Амбар – Г.З., Д.З.) проживало очень мало людей». В это время большая часть населения откочевывала и возвращалась осенью, и жила с осени до весны» (Косинцев, Бачура, 2013, с. 386). По мнению

О.П. Бачуры (2013, с. 275), на Аркаиме в летние месяцы численность населения была выше, чем на других поселениях.

На наш взгляд, при таком подходе археозоологами совершенно не учитывается типичное для животноводческих (преимущественно) культур деление года на два пищевых периода, хорошо известное по данным этнологии. Выделяются два «пищевых» сезона: «летний» и «зимний».

Примером являются традиции таких подвижных скотоводов, как монголы. У монголов летний пищевой сезон длился с апреля до октября, охватывая период от отела скота до окончания дойки. Рацион этого периода состоит в основном из молочных продуктов. Зимнее питание включает мясо домашнего скота, заготовленное в октябре–ноябре, сыры и масло, а также блюда на основе зерновых продуктов (Жуковская, 1988, с. 70). Аналогичные традиции отмечены, например, у популяции тувинцев в Китае (мончаки) (Монгуш, 1995, с. 52). У тувинцев Алтая (СССР/РФ) «летний», преимущественно «молочный», пищевой год означался как «сезон кумыса/хымыс'а». Любопытно, что в ряде районов Тывы для закваски *хымыс'а* использовали стебли эфедры хвощевой (*Ephedra equisetina*, монг. – *цэргин*) (Даржа, 2003, с. 47). Этот прием соответствует одному из вариантов реконструированного состава индоиранской сомы/хаомы, за тем исключением, что и.–и. использовали не кобылье, а коровье молоко (Бонгард-Левин, Грантовский, 1974, с. 87–93).

В центрально-азиатских скотоводческих культурах массовый убой скота осенью объясняется не только возможностью законсервировать (заморозить) мясо (были широко распространены и другие способы консервации), но и тем, что к этому времени года животные набирают максимальный вес (Маннай-оол, 1995, с. 66). Кроме того, уменьшение поголовья домашних копытных облегчает уход за оставшимися животными в суровый зимний период.

Представляется, что эта модель была действительна и для бронзового века. В таком случае, состав остеологического материала из поселений эпохи бронзы отражает в первую очередь соотношение животных, забиваемых зимой (Косарев, 1991, с. 37). Вероятно, в теплое время года практиковался *только вынужденный убой* животных, либо их убивали в качестве жертв и для празд-

ничной пищи. В этих условиях данные о значительном снижении темпов убоя скота весной/летом представляются закономерными. Эта ситуация прослеживается на большинстве укрепленных поселений. Исключение составляет, только Каменный Амбар, но здесь имеется небольшая выборка образцов. Второй пик убоя весной в пос. Аркаим (Бачура и др., 2011), возможно, объясняется вынужденным забоем после неблагоприятной зимы. Также отметим у аркаимцев охоту на диких копытных летом (Гайдученко и др., 2011), с целью получения мяса, как это практикуется, например, у монголов (Жуковская, 1988, с. 70).

При этом идея о сезонно неравномерном заселении укрепленных поселков представляется логичной и перспективной для разработки. Высказана эта идея давно (Зданович Д., 1997), отмечалось, что неполная демографическая загрузка фортификационного центра летом связана с тем, что часть населения находится на животноводческих пастбищах. Также население могло концентрироваться в укрепленном центре во время военной опасности. С другой стороны (возвращаясь к тексту Н.Б. Виноградова), если укрепленные поселения «никогда не заселялись полностью», то для чего их вообще строили? Причем, не просто строили, но строили в несколько приемов, достраивая новые сектора?

Не добавляют ясности в решении проблемы и выводы о неестественном (аномальном) возрастном составе «палеопопуляций» синташтинских могильников. В последнее время об этом пишут не только археологи (Д.Г. Зданович, А.В. Епимахов и др.), но и специалисты-антропологи. А.А. Хохлов характеризует возрастную структуру синташтинских памятников как «аномальную»: «перед нами, как будто, «демографическая яма» (Хохлов, 2010, с. 142).

Обсуждение этой проблемы начато 15 лет назад (Зданович Д., 1997). При возрастном анализе синташтинских «палеопопуляций» отмечено две «неестественные» особенности их структуры: 1) очень мало новорожденных и младенцев; возможно, обнаружены захоронения не более чем 50% процентов детей, умерших в этом возрасте; 2) в среднем около 80% умерших имеют возраст 18–20 лет.

По мнению Р.У. Линдстрема, первого исследователя синташтинских «палеопопуляций», количество младенцев из захоронений БК-25 соответствует особенностям «первобытных демогра-

фических структур» (Lindstrom, 2002). Сейчас это мнение представляется неверным. Так, количество младенческих (и в целом детских) захоронений в алакульских, например, могильниках практически на порядок больше. Это объясняется, с одной стороны, высокой и неконтролируемой рождаемостью, а с другой – высокой детской смертностью. Т.е. при сопоставлении данных алакульские структуры выглядят близкими к естественному состоянию, а синташтинские – нет.

Г.В. Рыкушина рассматривает «палеопопуляцию» мог. Кривое Озеро как «вымирающую», прибывшую из мест с более благоприятным климатом (и к нему адаптированную) и, возможно, покинувшую бассейн р. Уй в поисках более привлекательных районов обитания. По ее мнению, с одной стороны, количество детей в захоронениях вполне соответствует демографической ситуации парных семей, с другой – сохраняется проблема младенцев. Рыкушина пишет: в пути группа «не была обременена маленькими детьми», которые появились на новом месте (Рыкушина, 2003, с. 360). В курганах МКО дети грудного возраста составляют 83,3% от числа всех детей (Хохлов, 2010, с. 142).

А.А. Хохлов рисует достаточно сложную картину, он 1) подтверждает фактор высокой рождаемости в обществах эпохи средней бронзы; 2) пишет о «высоком инфекционном фоне» развития палеопопуляций; 3) обращает внимание на ритуальную специфику захоронений. Важным представляется вывод исследователя о необходимости учета демографических особенностей развития и существования разных коллективов среднего бронзового века в Волго-Уралье, несмотря на характерные, их объединяющие тенденции (Хохлов, 2010). Вероятно, вывод Р.У. Линдстрема о хорошем, чуть ли не идеальном, состоянии здоровья жителей Аркаима (Lindstrom, 2002) приходится отнести к сфере «синташтинских мифов». Ср. также результаты исследований Г.В. Рыкушиной (2003) и данные переобследования сохранившихся в научных коллекциях черепов людей из могил БК-25 (Е.П. Китов, устное сообщение).

Малообъяснимым, на наш взгляд, кажется и факт столь сильного (80% и более) преобладания в синташтинских могилах индивидов детских и юношеских возрастов при почти полном отсутствии лиц среднего возраста (условно 20–40 лет) и очень не-

большом количестве лиц пожилого возраста. Да, действительно, люди среднего возраста составляют категорию населения, наименее подверженную умиранию. Теоретически, именно они имеют максимум шансов дожить до возраста старости. Однако на старческий возраст в среднем по памятникам эпохи приходится только 1% погребенных (Хохлов, 2010). Это значит, что «взрослые» или «возмужалые» индивиды словно бы «исчезают» из источников, мы (археологи) почти не находим их останков, хотя получается очевидным, что отнюдь не все они дожили до возраста «стариков».

Можно было бы объяснить этот момент особенностями ритуала или функционирования «синташтинского общества». Но, и в этом случае, остается непонятной конфигурация верхней границы пика синташтинской смертности. Она включает индивидов обеих полов в возрасте 15–18 и, даже, около 20 лет. Это в традиционном обществе люди уже активно социализированные, обреченные на множество важных функций.

Вопрос особенно актуален для мужской половины популяции. Предположим, что синташтинские «мужчины», останков которых мы почти не находим, занимались какими-то особыми видами деятельности «на стороне», там умирали и погребены. Такой деятельностью могли быть пастушество и война. Однако в пригородных некрополях мы как раз и обнаруживаем довольно широкое присутствие молодого мужского «населения» очень активного возраста, из числа которого в традиционных обществах принято формировать пастушеские группы и боевые отряды. Снова можно выдвинуть версию ритуальных предпочтений. Так, в индоиранских сообществах Гиндукуша большую роль играли ритуальные организации подростков старших возрастов, которые по традиции обслуживали потребность общин в отправлении культов (Йеттмар, 1986).

5.4. Экономические модели

Особенности хозяйственной деятельности населения эпохи бронзы являются одним из приоритетных направлений исследований в Аркаимской долине. Еще к началу 1990-х гг., в археологической лаборатории ЧелГУ была разработана программа «Человек и

природная среда в позднем плейстоцене и голоцене» и определены два ведущих направления:

– история изменения природной среды Южного Урала и сопредельных территорий в голоцене;

– антропогенные факторы воздействия на исторические биоценозы. Антропогенез и исторические формы природопользования (Зданович, Гайдученко, 1992).

В ходе выполнения этой программы успешно реализован целый ряд проектов, но многие вопросы экономики аркаимско-синташтинской культуры остаются дискуссионными (Косинцев, 2010б).

Аркаим и проблема формирования комплексного производящего хозяйства в степной зоне. К выводу о господстве в степях Евразии земледельческо-скотоводческого хозяйства (с сильным преобладанием скотоводства) в эпоху бронзы специалисты пришли еще в 1930-х гг. Над этой проблемой работала группа сотрудников ГАИМК под руководством В.В. Гольмстен (Клейн, 1980, с. 30). К началу 1990-х гг. специалистами было конкретизировано время утверждения комплексного хозяйства производящего типа в урало-казахстанских степях. Этот процесс исследователи отнесли к периоду формирования синташтинской и петровской археологических культур (Зайберт, Зданович, 1989).

Можно предположить (Г.Б. Зданович), что незначительные земледельческие навыки, возможно, практиковались в степной зоне при становлении скотоводческого хозяйства на протяжении всей эпохи позднего энеолита и ранней бронзы. Они то угасали, то возрождались вновь. Однако на рубеже III–II тыс. до н. э., комплексное хозяйство, вероятно, становится необходимым условием существования человеческих коллективов. Оно начинает определять степень оседлости и уровень концентрации населения в небольших по площади укрепленных поселках.

В результате особого географического положения и контрастным изменениям климата, Южное Зауралье могло дать толчок к переходу от подвижного скотоводства и охоты к пастушескому скотоводству и земледелию, к окончательной победе производящего хозяйства. Этот импульс и последовавшая за ним цепная реакция определили характер экономики степей-лесостепей Евразии более чем на тысячу лет вперед – вплоть до становления хо-

зяйства кочевых обществ эпохи раннего железа (Зданович, Зданович, 2002; Zdanovich, Zdanovich, 2002).

К. Ренфрю разделяет точку зрения о том, что степной «пасторализм» эпохи бронзы представляет собой «результат специализации оседлого смешанного хозяйства» (Ренфрю, 2002, с. 25). В одном из недавних российских исследований экономика населения памятников типа Аркаим–Синташта трактуется как скотоводческая с большой долей развитого ремесленного производства (Молчанов, 2013).

Археозоология (остеология) и проблемы реконструкции модели животноводства. Osteологические остатки – наиболее хорошо изученный вид биологических остатков из культурных слоев укрепленных поселений. Основная их масса представлена костями домашних копытных – крупного и мелкого (овца, коза) рогатого скота, лошади; встречаются останки собак. Разведение домашней свиньи, на наш взгляд, остается под сомнением. Osteологическая коллекция пос. Аркаим составляет более 12 000 элементов (материалы раскопок 1987–1991 гг.). Изучение коллекции проводилось по следующим основным направлениям:

– определение видового состава костей и стада домашних животных. Основная коллекция обработана П.А. Косинцевым (г. Екатеринбург, Ин-т экологии животных и растений; Косинцев, 2000). Часть коллекции изучена Л.Л. Гайдученко (Gayduchenko, 2002; Гайдученко, 2010);

– соотношение рыболовства, охоты и животноводства в аркаимской популяции (Зданович Г., 2002);

– значимость домашних копытных в системе жизнеобеспечения (Gayduchenko, 2002; Гайдученко, 2010); в том числе с использованием метода изотопного палеодиетарного анализа (Privat, 2002);

– реконструкция животноводческого цикла, сезонность забоя домашних животных с выходом на сезонную динамику обитаемости поселения (Бачура и др.; Гайдученко и др.);

– реконструкция элементов палеоэкологической обстановки (Privat, 2002);

– сопоставление (видовое, процентное, семантическое) osteологических коллекций поселения Аркаим и некрополя Аркаима (Большекараганский могильник) (Зданович, 2005).

Остеологический материал в целом достаточно равномерно распределен по территории укрепленного поселения и по разным группам объектов в его составе (жилища, ров, центральная площадь). Равномерно представлены все отделы скелетов животных. На 1 м² раскопов приходится от 0,8 до 1,1 определяемых до вида костей, что соответствует уровню насыщенности костным материалом слоев поселений эпохи бронзы (Косинцев, 2000, с. 18, 20–21).

Различия в составе стада по данным разных памятников синташтинской эпохи, скорее всего, отражают влияние местных природных условий, которые благоприятствовали разведению и содержанию того или иного вида животных (Косинцев, 2000, с. 43; Гайдученко, 2010).

С другой стороны, на результаты сильно влияет применяемая методика подсчета остатков: «по особям» Л.Л. Гайдученко или «по элементам» (П.А. Косинцев). Об этом, частности, свидетельствуют материалы пос. Аркаим (таблица 13).

Данные П.А. Косинцева по отдельным (ритуальным) комплексам в ряде случаев содержат случайные примеси бытовых остатков (Зданович, 2005). При их исключении количество возможных «жертвенных» животных можно сократить практически в

Таблица 13. Статистические модели остеологических коллекций, % по данным кургана 25 Большекараганского могильника

Животные вид, группа, семейство	Поселение Аркаим				Некро- поль, в среднем
	общий состав		отдельные комплексы		
	по Косин- цеву	по Гайду- ченко	в целом по Косинцеву	ритуальные остатки, по Д. Здановичу	
Лошадь	19	17	5.5	3	19
КРС	55	42	42.5	59	25
МРС	26	41	36	10,5	51
Свинья*	–	–	6	9	2
Псовые	–	–	7.5	17	2
Прочие	–	–	2.5	1.5	1

* Или дикий кабан? КРС – крупный рогатый скот, МРС – мелкий рогатый скот.

Таблица 14. Соотношение останков домашних копытных в слоях укрепленных поселений, % по количеству особей

Вид, группа	Укрепленные поселения			
	Устье 1*	Аландское**	Берсуат	Куйсак
Лошадь	10	10	6	10
Крупный рогатый скот	61	33	49	58
Мелкий рогатый скот	29	57	44	32
Отношение овца : коза	?	5 : 1	14 : 1	Коза отсутствует

* По Косинцеву (2010а, табл. 12, 13), остальные – по Гайдученко, 2010.

** Синташтинский слой по данным раскопок 1997 и 1999–2001 гг.

два раза (со 160 особей до 85). При этом сильно изменилось процентное соотношение животных разных видов. В целом особенности ритуального поведения не влияют на общую картину по поселению. Интересно отметить, что жертвоприношения на поселениях совершались весной (Бачура, 2013, с. 274). Ранее ритуал «весенних» жертвоприношений животных был зафиксирован в некрополе Аркаима (Зданович, 1995; Zdanovich, Gayduchenko, 2002).

Данные по Аркаиму хорошо соотносятся с информацией по другим укрепленным поселениям «Страны городов» эпохи бронзы (Gayduchenko, 2002, p. 411; Гайдученко, 2010) (таблица 14).

Основу остеологических комплексов слоев укрепленных поселений составляет крупный рогатый скот, далее следует мелкий рогатый скот (овцы и козы) и, наконец, лошадь, доля которой колеблется в пределах 6,4–17,0% или даже 19% в качестве верхней планки (по П.А. Косинцеву). Исключение составляет пос. Синташта, где при разных вариантах подсчета (Генинг и др., 1992; Косинцев, 2000, с. 42) незначительно доминирует МРС. Несмотря на, казалось бы, достаточно хорошую изученность темы, проблема реконструкции состава реального стада не решена (Косинцев, 1989). Моделировались тип животноводческого хозяйства Аркаима и характер его отдельных направлений.

Скотоводство (разведение КРС):

– «имело мясомолочное направление с преимущественным использованием молочного скота» (Косинцев, 2000, с. 44);

– особая роль молочного направления. Вероятно, распространение в «Стране городов» преимущественно комолой формы скота, с его относительно небольшой биомассой, компенсировалось его высокой удойностью (Гайдученко, Зданович, 2000; Гайдученко, 2010). Имеет смысл привести данные об удойности традиционной казахской породы КРС – около 500 л/год (Косарев, 1991);

– обращает на себя внимание большая доля костей быков и волов (Косинцев, 2000, с. 31). В данном случае это, скорее всего, связано с развитием гужевого транспорта (в земледельческих областях, например, в Триполье и др. – с пашенным земледелием). В этой связи интересны отдельные находки следов не двух (как в случаях с колесницами), а четырех симметрично заглубленных колес в могильных ямах (мог. Степное 7 – петровская культура и др.).

Разведение МРС: мясошерстное направление (Косинцев, 2000, с. 44).

Коневодство: согласно Л.Л. Гайдученко, коневодство было вторым по значимости после скотоводства направлением. Разводились не только высокоаллюрные лошади с их беговыми качествами, но и «рабочие» и «мясные» особи. Культивация различных пород лошадей носила целенаправленный характер (Гайдученко, 2002, 2010, с. 105). Есть и противоположное мнение, что коневодство «развито довольно слабо, но имело целенаправленный характер: лошади служили источником мяса и использовались в беговой и скаковой работе» (Косинцев, 2000, с. 44).

Тип животноводства по характеру содержания:

– может быть реконструирован как придомный или придомно-отгонный (Косинцев, 2000, с. 44);

– «отгонный тип животноводства» – по Л.Л. Гайдученко. При этом отгоны в основном располагались недалеко от укрепленных центров – несколько десятков километров, в пределах их «сельскохозяйственной округи» (Гайдученко, 2010, с. 105).

– в англоязычной литературе для обозначения подобной организации животноводства используется термин «pastoralism» – «пастушество, пастушеское животноводство» (см. применительно к Аркаиму и памятникам его типа, Frachetti, 2008). На базе изотопного анализа костей жертвенных животных из некрополя Ар-

каима К. Приват пришла к выводу о том, что КРС и МРС выпасали отдельно от лошадей. Последние, возможно, выпасались в «галерейных лесах степной зоны» (Privat, 2002).

На наш взгляд, целесообразно остановиться на термине «придомно-отгонный тип животноводства».

Масштабы животноводства на Аркаиме. Можно попытаться оценить масштабы животноводства на Аркаиме в бронзовом веке, используя этноархеологический подход. Имеются в виду доступные нам данные по казахским хозяйствам второй половины XIX–начала XX вв. по территории, занятой в эпоху бронзы «Страной городов», либо смежной с ней.

В администрациях Российской империи неоднократно рассчитывались статистические нормы содержания скота, минимально-необходимые для существования традиционных скотоводов степной зоны (в том числе *киргизов/казахов*). Ряд нормативов был установлен Сводом законов (ч. 2, ст. 1309) от 1857 г., они также приведены в словаре Брокгауза и Эфрона (А.Я., 1895). С течением времени нормативы изменялись. Так, в 1911 г. известный региональный статистик П. Хворостанский представил разработки по Тургайскому уезду Оренбургской губернии, впоследствии они были использованы в монографии М.Ф. Косарева (1991, с. 37–38).

Различия между указанными документами, судя по всему, являются объективной реакцией на развитие процессов в экономической жизни казахского общества – снижением доли традиционных, чисто кочевнических, форм хозяйства и освоением казахами многофакторного, современного для XIX–начала XX вв., типа хозяйствования, связанного, в том числе, с процессами увеличения степени оседлости.

Установление 1857 г. исходило из нужд собственно кочевого хозяйства. Было выявлено, что для существования семьи в пять душ, ей необходимо иметь: лошадей – 12, КРС – 16, овец – 25, верблюдов – две пары (А.Я., 1895). В начале XX в. в Тургайском уезде исходили из более сложной модели, подразделяя хозяйства на три типа, с разными долями скотоводства (и тенденциями к кочеванию) и земледелия в их экономике. С целью реальной оценки экономического состояния семей казахов-скотоводов весь скот пересчитывался на условную «лошадь» («л») (корова составляла 5/6 «л», мелкий рогатый скот – 1/6; верблюд – 2 «л», и т. д.). Семье

казаха-кочевника из пяти человек для своего существования было необходимо иметь 24 «л», семье с начатками земледелия в хозяйстве – 18 «л», семье с хозяйством земледельческо-скотоводческого типа – 12 условных «л» (Косарев, 1991, с. 37). Также был разработан норматив пастбищных угодий, минимально необходимых для выпаса одной головы «лошади».

Данные по угодьям были интерпретированы М.Ф. Косаревым применительно к андроновскому населению Южной Сибири эпохи поздней бронзы. Он, в частности, пишет: «Учитывая достаточную продуктивность пойменных пастбищ, возьмем... усредненную норму на единицу скота. В таком случае для прокорма стада из 12 единиц скота, приходящихся на семью из пяти человек, требовалось около 1 км² пастбищных угодий» (Косарев, 1991, с. 38).

Исходя из этого, вернемся к Аркаиму. На Аркаиме в бронзовом веке (2000 жителей), обитало, таким образом, порядка 400 малых семей. По административным нормам Тургая начала XX в. н. э., вероятно, их хозяйство нужно рассматривать как скотоводческое с элементами земледелия (в любом случае – с использованием в рационе зерновых земледельческих продуктов). В таком случае, принимаем за необходимый минимум 18 усл. «л» на семью³, и тогда не менее 4 800 голов условных «лошадей» и необходимость иметь 400 км² для их рационального выпаса. По варианту уложения 1857 г. при тех же древних условиях мы имеем 11 780 усл. «л» на поселок (без учета «верблюдов») и, соответственно, 29,5 «л» на семью. Для выпаса стада, в таком случае, требуется порядка 1 250 км² достаточно продуктивных – подчеркнем это – угодий. Учитывая, что площадь сельскохозяйственной округи Аркаима (средний радиус для «Страны городов» – 25 км) составляла порядка 2000 км², это, если и возможная, то предельная цифра.

Земледелие. Наиболее спорным вопросом хозяйственного освоения степи в эпоху Синташты–Аркаима остается вопрос о

³ Не 12 как у «андроновцев» по версии М.Ф. Косарева, который, возможно, вполне справедливо, рассматривал хозяйство более поздних, чем Аркаим–Синташта, андроновских культур как достаточно развитое земледельческо-скотоводческое.

наличии или отсутствии элементов земледелия. Признаки древнего земледелия в археологии можно разделить на три группы: орудия труда, технические сооружения (поля, ирригация), результаты палеоботанических анализов почвенных структур.

Орудия труда, связанные с земледелием (культивация почв, обработка зерна) в коллекциях каменных предметов не выявлены (Зайков, Зданович, 2000; Епимахов, 2010а; 2012; Молчанов, 2013). Также нет достаточных оснований связывать с земледелием достаточно регулярные находки бронзовых серпов (серпов-стругов). Они, в частности, могли использоваться для сенокосения и, следовательно, отражают животноводческую направленность хозяйства (Зданович Д., 1997); позже ту же идею высказал А.В. Епимахов (2010а; 2012). Необходимость заготовки сена обычно связывают с разведением КРС. Однако масштабы таких заготовок не стоит преувеличивать. «Зимой и летом коровы и были должны сами добывать себе в степи пищу, сено ставят лишь для родившихся осенью телят», – свидетельствует В.В. Радлов (1989, с. 271) о казахах.

Результаты палеоботанических (палинологических) анализов оказались положительными для разреза, заложенного на объекте «Аркаимский огород» к ЮВ от укрепленного поселения. Выявлена «в больших скоплениях хорошей сохранности пыльца культурных злаков», а также пыльца, характеризующая «достаточно постоянный набор сорняков, которые сопровождают спектры пашен разного возраста» (Лаврушин, Спиридонова, 1999, с. 95, 102). В отчетных материалах принадлежность пыльцы злаков указана конкретно, это *Panicum miliaceum* L. (просо посевное) и *Hordeum cf. Turkestanicum* Nesski (ячмень туркестанский) (Лаврушин, Спиридонова, 1996). Однако эти ботанические остатки характеризуют собой лишь верхний стратиграфический горизонт объекта. На основе радиоуглеродных дат Ю.А. Лаврушин и Е.А. Спиридонова отнесли выявленную ими пыльцу культурных злаков к постаркаимскому периоду. Постаркаимские значения дат пыльцы из слоев «Аркаимского огорода» подчеркивались и другими исследователями (Епимахов, 2010а; Косинцев, 2010). В любом случае объект «аркаимский огород» не мог дать значительно количества зернового продукта по причине своих небольших размеров. Предположительно здесь можно было вырастить зерно-

вых культур с выходом 150 кг проса или 550 кг ячменя в год (Епимахов, 2010а, с. 37–38). Разумеется, это мало (сказать даже, совершенно бессмысленно) для сколько-нибудь значимого пищевого обеспечения популяции Аркаима, а также не может объяснить факты массового приготовления зерновой пищи на поселении (по данным пригаров на сосудах).

В рамках международных междисциплинарных проектов были проведены палеоботанические исследования культурных слоев укрепленных поселений Степное и Каменный Амбар. Результаты по Каменному амбару на данный момент представляются отрицательными (Епимахов, 2012; Молчанов, 2013). Материалы из раскопок Степного (2008–2009 гг.) находятся в стадии обработки, но имеющиеся результаты пока также не позволяют уверенно говорить о наличии здесь собственного земледельческого производства.

Технических сооружений, связанных с земледелием, в массовом плане также не выявлено. А.В. Епимахов (2012), в частности, указывает на отсутствие на укрепленных поселениях ям, специально оборудованных для хранения зерна. Однако в районе поселения Аркаим при дешифрировании аэрофотоснимков отмечено несколько участков со следами оросительных систем, которые можно считать полями древнего земледелия. Один из таких участков был тщательно обследован и интерпретирован как памятник древнего орошаемого земледелия (Зданович Г., 1997; Зданович, Батанина, 2007).

Аэрофотоснимки также позволили проследить водные потоки, существовавшие в древности – старые русла рек и искусственные каналы, а также зафиксировать следы древней плотины. В целом принципы, на которых, возможно, была основана аркаимская мелиорация, соответствуют системам предгорного или высокогорного поливного земледельческого хозяйства, хорошо известно по этнографическим материалам (Мухиддинов, 1975).

Косвенно о возможном земледелии говорит большой объем земляных работ, связанный с оформлением водотоков и водоемов вокруг укрепленных центров. Так, длина искусственного «канала» или спрямленного старого русла, ограждающего поселение Исиной с северной напольной стороны, составляет 450 м. На Синташте длина сохранившихся канавообразных углублений, сделанных

человеком, равна 550 м. Длина «канала», который опоясывает территорию протогорода Аркаим с южной и юго-западной сторон около 600 м.

Конечно, создание водоемов у стен укрепленных центров, строительство каналов и плотин могло быть связано с ритуальным освоением пространства и другой производственной деятельностью. Вода была нужна для металлургического дела, для обработки кожи, для содержания скота и т.д. Тем не менее, еще раз подчеркнем, что большое внимание «аркаимцев» к регулированию речных и талых вод лишний раз указывает на возможность поливного земледелия.

При этом нужно подчеркнуть безусловный факт использования в пищу носителями аркаимско-синташтинской культуры зерна культурных злаков (изучение пригаров внутри сосудов; см. раздел ниже). Вероятно, нельзя исключать и возможность импорта зерна с более южных земледельческих территорий. Вопрос о культурном или диком происхождении злаков в рационе питания населения урало-казахстанских степей в предшествующую эпоху (энеолит) также остается открытым (Гайдученко, 2000, с. 163, 165).

Полностью от идеи «синташтинского земледелия», несмотря на ее дискуссионность, отказываться взгляд, рано. В современной литературе используется термин «точечное земледелие» (Плеханова и др., 2007).

Охота, рыболовство, собирательство. Имеющиеся данные показывают, что население «Страны городов» эксплуатировало также и ресурсы дикой природы (Gayduchenko, 2002; Гайдученко, 2010). К продуктам *собирательства* можно отнести беспозвоночных: два вида двустворчатых моллюсков и речного рака – обитателей вод местных рек. Сюда, вероятно, следует включить и болотную черепаху.

Рыбная ловля позволяла добывать достаточно разнообразный набор рыб – обитателей местных водоемов. Добывались преимущественно мелкие и средние по величине рыбы (12–20 см), щука – 40–50 см. Размеры осетровых по имеющимся остаткам установить не удастся. По двум чешуям карася и одной чешуе плотвы устанавливается теплый период лова. Большое значение рыбы в диете населения отмечено на поселении Каменный Амбар (Strobbe et al., 2013).

Для всех укрепленных поселений отмечаются находки копролитов собак с костями и чешуей рыб. Иногда копролиты практически полностью состоят из них. Весьма вероятно, что рыбные отбросы почти полностью съедались собаками, и поэтому остатки рыб редко встречаются при раскопках. Вероятно, рыболовство в жизни обитателей укрепленных поселений имело большее значение, чем об этом можно судить по достаточно редким находкам остатков рыб. В пользу такого предположения свидетельствуют находки рыболовных крючков на укрепленных поселениях и в могильниках. Вполне допустимо, что в теплое время года, когда в укрепленном поселении оставалось небольшое число обитателей, рыбная ловля не только разнообразила, но и существенно дополняла их рацион.

Охота. Это допущение можно распространить и на охоту на птиц, мелких, средних и крупных млекопитающих, добывавшихся еще и для получения пушно-мехового сырья. Несмотря на представительность списков (Косинцев, 2000, с. 41–42; Гайдученко, 2010, табл. 2), дикие животные большого значения в обеспечении населения укрепленных поселений пищей не имели.

Ремесла. По данным археологии выделяется большой спектр ремесленной деятельности, развитой на памятниках аркаимско-синташтинского типа. В первую очередь это горнодобывающее дело, металлургия и металлообработка, гончарство, каменная индустрия, деревообработка, кожевенное дело, прядение и ткачество, обработка кости и рога, обработка краски. Занятия указанными ремеслами хорошо документируются орудийным арсеналом культуры (Молчанов, 2013), а также некоторыми другими группами фактов.

По мнению большинства исследователей, особая роль принадлежала горному делу (добыча руды), металлургии и металлообработке. Особенностью южно-уральского медно-металлургического производства являлось использование месторождений сульфидных руд. Следы многочисленных выходов месторождений малахита и азурита зафиксированы в южной части «Страны городов». Известны и достаточно крупные рудники бронзового века.

Рудник Воровская Яма находится в 40 км к северу от поселения Аркаим и в непосредственной близости от поселений Куйсак и Сарым-Саклы. Он имел округлую форму выработки диамет-

ром 30–40 м и глубиной 5 м. За период его эксплуатации в эпохи рубежа средней–поздней бронзы и собственно поздней бронзы (алакульская культура) здесь добыто руды для производства 10 т чистой меди (Зайков и др., 1995; Zaykov et al., 2002). Наличие в шлаках примеси турмалина, свидетельствует о спорадическом использовании жителями Аркаима руд Еленовского месторождения, расположенного в 70 км на запад от поселения (Бушмакин, Зайков, 1997). Старые или древние выработки медьсодержащих руд выявлены в районе укрепленного поселения Степное⁴. Доказать их безусловную принадлежность к бронзовому веку не удалось (Doonan et al., 2013, 2014).

Остатки печей и металлургического производства обнаружены почти во всех раскопанных жилищах Аркаима. Плавка велась в округлых купольных печах небольших размеров. Воздух подавался из колодца и одновременно из однокамерных воздушных мехов через трубочки-сопла. Топливом служил древесный уголь. Мелко раздробленная руда (0,5–1 кг) смешивалась с флюсом, в состав которого входил кальцит и органические остатки. Температура плавки местных руд – 1300–1400°C. Слиток выплавленного металла, имел вес от 50 до 130 г. Готовый металл подвергали переплавке в каменных тиглях, а затем его разливали в литейные формы. Изделия по данным металлографических анализов проходили процедуры закалки, проковки, заточки. Орудия дляковки: каменные молотки различного веса и размеров и наковальни – широко представлены в поселенческих коллекциях (Григорьев, 2000; Зайков, Зданович, 2000).

Реальные объемы выплавки меди в эпоху бронзы на Южном Урале установить сложно. Есть мнение, что металл в основном шел на нужды местного населения (Doonan et al., 2013). В любом случае, металл не шел на изготовление «средств производства» – только на инструменты бытового назначения, оружия, реже украшения (Зданович, 1997)

⁴Исследования проводились в рамках проекта AHRC-NSF MOU: ‘Metallurgical practice, technology and social organization during the Middle to Late Bronze Age (2100 to 1500 BC) in the Southern Urals, Russia’, 2008–2010 гг.

5.5. Палеоэкология и диета палеопопуляции

В древности антропогенное воздействие на экосистему осуществлялось как на микро-, так и на макроуровне. Изменения на микроуровне фиксируются в пределах археологического памятника и тесно сопряжены с формированием культурного слоя. На макроуровне под воздействием деятельности человека, преимущественно, хозяйственной, имеют место изменение морфологии и биохимии почв за пределами археологических памятников, в их округе, воздействие на природный рельеф и гидросферу. Отдельно следует выделить собственно техногенное нарушение экологических систем, связанное с изменением химического состава почв, в частности, с их искусственным обогащением соединениями тяжелых металлов. Следы технологического загрязнения могут прослеживаться как в самом культурном слое, так и за пределами археологического памятника.

На макроуровне антропогенные нарушения экосистемы в эпоху бронзы в Аркаимской долине связаны, прежде всего, с развитием животноводства. В отличие от практики кочевого (номадического) содержания скота, животноводство придомно-отгонного типа эпохи бронзы вело к концентрации скота в округе поселений. В первую очередь это был, по-видимому, крупный и мелкий рогатый скот (Каздым, 2006). Предполагается, что наибольшее воздействие испытывала территория вблизи поселений радиусом 5–10 км. Перевыпас скота, вероятно, вел к истощению экосистемы, опустыниванию территории (Каздым, 2003, 2006).

На микроуровне древние антропогенные нарушения почв Аркаимской долины составляют 28 га от обследованной площади (3000 га). Подавляющая их часть – 74% является наследием бронзового века (Плеханова, 2006). Из этих 74, 67% относятся к культурным слоям поселений, поэтому основные нарушения примыкают к руслам рек, концентрируясь в местах впадения притоков, створов долины, как мест удобных для проживания. Сильно – в пределах 10–20% площади – нарушена территория в районе самого поселения Аркаим.

Оставшиеся 7% (из указанных 74) нарушенной площади являются погребальными комплексами эпохи бронзы (Плеханова,

2006). Несмотря на относительно небольшие масштабы нарушений, связанных с могильниками и курганами, они формируют ландшафт, являясь своего рода «техногенными формами рельефа» (Каздым, 2004), а также служат «ключевыми точками сакрального ландшафта» (Зданович, 2010). Этот последний момент позволяет, с долей условности, говорить еще об одной форме древнего антропогенного вторжения в ландшафт – «ментальной» форме.

В целом воздействие населения эпохи бронзы на экологическую ситуацию в Аркаимской долине было значительным (Плеханова и др., 2004, 2007).

Еще одной формой воздействия на окружающую среду является *техногенное загрязнение* – обогащение почв соединениями тяжелых металлов в пределах самого поселения и его ближайшей округи. Геохимическому анализу подвергнуты образцы погребенной почвы Аркаима, строительные грунты, материал пола жилищ и коммуникаций. Техногенное загрязнение территории памятника фиксируется, в первую очередь, по повышенной концентрации в погребенной почве (8 образцов) соединений меди и цинка. Степень реального загрязнения определить сложно, поскольку указанные элементы отличаются высокой подвижностью. Также наблюдается несколько повышенная концентрация никеля и хрома (Лаврушин, Спиридонова, 1996). На полах жилищ и в коммуникациях (исследовались объекты внутреннего круга: пол жилища 2–15 и участок ливневой канализации напротив двора жилища 2–17) следов техногенного загрязнения не обнаружено. Вероятно, это объясняется высокой подвижностью элементов (Лаврушин, Спиридонова, 1996. Отчет), а также (с другой стороны) «способностью природных систем к регенерации» (Вязкова, 1998). Нет аналогичных изменений и в составе строительных грунтов. При этом в них зафиксировано повышенное содержание ртути, что связано, вероятно, с процессами активной сорбции этого элемента на органических веществах, содержащихся в почве (Вязкова, 1998).

За пределами памятника соединений высокоподвижных Cu и Zn не зафиксировано, но найдены низкоподвижные – Cr, Ni, V, Co, Pb (Лаврушин, Спиридонова, 1996).

Зафиксированные на Аркаиме следы техногенного загрязнения связаны, в первую очередь, с занятием древнего населения

металлургией меди. Как отмечалось выше, рассчитать реальный уровень загрязнения нельзя, при этом все указанные элементы характеризуются высокой токсичностью и приводят к возникновению раковых и сердечно-сосудистых заболеваний и поражению дыхательной системы, изменению состава крови (Лаврушин, Спиридонова, 1996). Обогащение культурного слоя соединениями тяжелых металлов характерно для древних городов (Плеханова, 2006, с. 149; Каздым, 2006).

Аркаим: система питания «палеопопуляции». Пища и технологии ее получения – один из важнейших аспектов системы жизнеобеспечения любого социума. Проблема реконструкции систем питания в древних обществах вызывает большой интерес в археологии (Renfrew, Bahn, 1996, pp. 254–255, 260–262). Основной пищевой продукт имел животноводческое происхождение. Спектр питания синташтинского населения реконструируется следующим образом:

- основная пища (до 80–90% массы) – мясные и молочные продукты, полученные от разведения КРС и МРС;

- дополнительная пища (10–15%) – мясные и молочные продукты, полученные от разведения лошадей;

- вспомогательная (до 10%) и эпизодическая (от первых процентов массы) пища – зерно культурных злаков, продукция охоты, рыбной ловли и собирательства (Зданович, 2002, с. 40).

Пригары на сосудах и фосфатный анализ. В отношении сохранившихся следов пищи более изучена керамика некрополей. Состав пищи из погребальных сосудов исследовался с привлечением двух методов: микроскопии остатков пищевых пригаров на стенках сосудов (Гайдученко, 2002; 2003; Гайдученко, Зданович, 2002) и фосфатного анализа их грунтового заполнения (Демкин, 1997). Микроморфологический анализ пригара был выполнен на материалах кургана 25 Большекараганского могильника (Гайдученко, Зданович, 2002). Изучено 60 целых сосудов либо фрагментов сосудов. Остатки пищевых пригаров выявлены в 28 случаях (47%).

Установлено три пищевых компонента вареных блюд в виде остатков растительных (51%), молочных (34%) и мясных (15%) частиц. В 77% случаев растительные частицы определяются как зерновые злаковые. Род злака удалось определить только в одном слу-

чае, это был ячмень (*Hordeum sp.*). Зафиксированы «простые» (состоящие из остатков одного компонента) и «сложные» (состоящие из нескольких компонентов) блюда. «Сложные» блюда представлены комбинациями «растительные частицы + молочные частицы» и «растительные частицы + мясные частицы». Преобладают «сложные» блюда, они составляют 68% случаев.

Полученные данные позволяют утверждать, что представленная в погребениях кургана керамика наиболее часто (50%) использовалась для приготовления зерновых каш на молоке. Все каши были приготовлены из предварительно размельченных (раздробленных) зерен злаков. Зерно, таким образом, доминирует в составе вареной пищи. Однако данные археологии и антропологии скорее свидетельствуют о небольшой доле растительной пищи и, следовательно, вареных блюд в рационе аркаимской популяции начального этапа позднего бронзового века (Гайдученко, Зданович, 2002).

71% сосудов с пригарами имеет объем от 0,5 до 3 л, чаще всего (36,5%) это сосуды объемом 1,0–1,5 л. Неэффективность крупных сосудов при традиционных методах приготовления вареной пищи отмечалась в литературе (Schiffer, 1990, p. 377). Однако понятия «большой/малый» здесь относительны. Так, в коллекции керамики поселения Аркаим наличием нагаров характеризуются в первую очередь баночные сосуды объемом 20–40 л (Петров, Вербовецкий, 1996). Если, таким образом, обыденная каждодневная пища, вероятно, готовилась в крупных сосудах и для большого коллектива людей сразу, то более мелкие (на порядок) сосуды БК-25 с пригаром наверняка содержали «личную» пищу ритуального происхождения и предназначения. Если соотнести друг с другом объемы больших (на большую семью – жилище?) и индивидуальных малых сосудов, то мы получим в среднем, опять же, порядка 30 человек в одном жилище – большой семье – на одну трапезу.

Пищевые пригары – характерный атрибут погребальной посуды из некрополей Степного Зауралья эпохи поздней бронзы. Например, в курганах синташтинской культуры могильника Каменный Амбар 5 доля сосудов с пригарами составляет от 27 до 37% (Епимахов, Епимахова, 2003). В составе пригоревших остатков, закономерностях распределения сосудов с такими остатками в пределах культового комплекса, безусловно, должен сказываться

ритуальный аспект пищи. Однако имеющиеся средства анализа и методические подходы, по-видимому, не позволяют вскрыть это влияние в полной мере.

Фосфатный анализ был применен для изучения содержимого 15 сосудов из могильника Калмыцкая Молельня (курганы 4 и 5) (Демкин и др., 1994). Курган 4 относится к началу позднего бронзового века (постаркаимский период). Все обследованные сосуды из могил относятся к детским периферийным погребениям кургана. В них находились или «мясной бульон», или «вода» (по 50% случаев). Закономерности в распределении сосудов с водой и пищей относительно тела погребенного отсутствуют. То же самое характерно и для других культур эпохи бронзы, в частности, срубной (Демкин, Демкина, 2000, с. 77).

К сожалению, не удалось применить метод фосфатного анализа к сосудам из центрального погребения. Сосуд (№ 9) размещался в ногах и располагался на днище с разворотом набок. Внутри сосуда сохранялась полость, причем его горловина изнутри была затянута грунтом на глубину 1,0–1,5 см, нижняя граница грунта ровна. Как кажется, в сосуде в течение длительного времени находилось органическое вещество, препятствующее проникновению грунта, но впоследствии истлевшее. Таким веществом мог быть животный жир. В 1970-х гг. при раскопках одного из курганов федоровской культуры в Северном Казахстане в сосуде были обнаружены остатки субстанции, сильно напоминавшей жир (личное сообщение Г.Б. Здановича). К сожалению, остатки не были подвергнуты квалифицированному исследованию. Жир – не только калорийный пищевой продукт, но и одна из максимально сакрализованных субстанций в древних мифологиях.

В сосудах № 4, 5, 7, 8, найденных за пределами могильных ям (ритуальная площадка, жертвенник), была вода; может быть, их содержимое было просто вылито на землю или в ритуальные ямы, и они были пустыми.

5.6. Аркаим: социум

По своим количественным параметрам – численности коллектива (около 2 тыс. человек) и размером освоенной территории радиусом 20–30 км – синташтинские коллективы относятся к так называемым «среднемасштабным» обществам (Березкин, 1995). В

«Стране городов», вероятно, существовало несколько типов поселений. Это были крупные фортифицированные центры прото- или квазигородского типа и относительно небольшие неукрепленные поселки. Примером последних служит пос. Каменный Брод в Аркаимской долине (Малютина, Зданович, 2012).

Элементы социального антагонизма между поселениями разных типов, по-видимому, отсутствовали. Большинство мелких поселков не имело постоянного населения и располагалось в районе конкретных хозяйственных площадок. Такие поселки могли быть сезонными. В зависимости от ситуации и смены природных сезонов население могло свободно перемещаться из фортификационного центра к хозяйственным площадкам и обратно. Небольшие размеры освоенной территории делали возможными суточные миграции населения.

Фортифицированные центры, несмотря на их сложную пространственную структуру (цитадель, внешний круг жилищ), не обнаруживают признаков социальной стратификации обитавшего в них населения. У нас нет весомых оснований настаивать на разделении типичного синташтинского поселка на «элитарную» и «эгалитарную» части. Не выявлено существенных различий в планировке и уровне комфортности помещений. Нет помещений и жилищ, в особенности насыщенных престижными предметами, материальными ценностями и т.п. Та «пирамида» иерархических отношений между людьми, которую логично было бы увидеть за иерархией пространственных структур, здесь тщательно завуалирована, вынесена в запредметную область. Синташтинский фортифицированный центр выступает как символ целого, в роли которого, скорее всего, выступает сильная община. Неоднородность общины отчасти проявляется в горизонтальной плоскости в форме культурной специфики ее сегментов. Роды или кланы, оставившие после себя группы аркаимских жилищ, сохраняли некоторые свои традиции в навыках строительного дела и гончарства.

Предпринимались попытки выделить синташтинские «элитные» погребения. Принято считать, что социальная иерархия погребенных может быть отражена в пространственной иерархии погребений (Binford, 1971). С этой точки зрения, с захоронениями элиты можно ассоциировать погребения в центральных ямах некрополей (могильных полей). Это ямы-склепы, как правило, со-

держащие в себе коллективные захоронения детей и взрослых. Чаще всего таких ям две, что может свидетельствовать о двух группах или линиях «элиты». Центральные ямы отличаются большой площадью полов при относительно небольшой глубине, могли иметь монументальные надмогильные конструкции из дерева и глины (Генинг и др., 1992, с. 273–277), в них встречается значительное количество изделий из металла. Однако нельзя забывать, что это коллективные погребения. Количество энергии, затраченное на погребение одного человека в центральной яме некрополя, не превышает затраты на совершение периферийного погребения. То же самое относится и к погребальному инвентарю. Как кажется, центральные захоронения не отличаются особенно большим количеством жертвенных животных.

Как «элитные» можно охарактеризовать некоторые погребения со сложной ритуальной символикой, а именно парные разнополые погребения с положением погребенных лицом к лицу в «позе объятий». В таких погребениях часто встречаются такие социально значимые предметы, как металлическое оружие и каменные навершия булав (Зданович Д., 1997). Чертами «элитных» погребений обладают погребения с колесницами, в значительном количестве выявленные в составе большого грунтового могильника Синташты. В частности, для этих погребений оказывается характерным сложный погребальный обряд захоронения очищенных костей.

По-видимому, возрастные субкультуры продолжали играть значительную роль в синташтинском обществе. Это проявляется в строгой корреляции размеров могильных ям с возрастом погребенных при одиночных захоронениях, в возрастном распределении инвентаря и некоторых черт обряда. Наиболее четко выделяется группа детей, верхний предел возраста которых определяется 5–7-ю годами.

В итоге мы приходим к выводу о том, что синташтинское общество было обществом стратифицированным. Верхняя социальная страта или «элита» выделяется по данным погребального обряда. Захоронения представителей синташтинской «элиты» могут характеризоваться: а) высоким иерархическим положением в системе погребального комплекса; б) чертами обряда (тенденция к коллективному характеру погребений, обряд захоронения очищенных костей); в) специфическим инвентарем (ритуальные ка-

менные булавы, костяные наконечники скипетров, оружие, колесницы). Вместе с тем погребения «элиты» не отличаются концентрацией дорогостоящего инвентаря и существенно не превосходили рядовые захоронения по количеству затраченного труда. Данные поселений убеждают в том, что здесь не было манипулирования социальным статусом умершего в обряде. Синташтинская «элита» действительно не обладала существенной экономической властью, не контролировала продуктивные технологии и не сумела сосредоточить в своих руках больших материальных богатств. Это, как и расплывчатость класса «элитных погребений», по-видимому, свидетельствует о тесной связи синташтинской «элиты» с общиной, об ее интеграции в структуры общины.

Община – основная категория и основная ячейка синташтинского общества. Община состояла из отдельных сегментов, сохранявших свою культурную самобытность и, по-видимому, базировалась на сложном переплетении кровнородственных и территориальных связей. Высокий социальный статус женщин обеспечивал им важную роль в жизни общины, а существовавшие, по-видимому, культы женских божеств были связаны с воплощением мистического «тела» общины. Важную роль продолжали играть возрастные субкультуры, столь типичные для эгалитарных и ранговых обществ. «Элита», как носитель стратифицированного начала выполняла в общине управленческие и важные созидательные (можно сказать «архитектурные») функции. Создание укрепленных поселений с их удивительно правильной планировкой, памятников монументальной архитектуры типа Большого синташтинского кургана, функционирование комплексного многоотраслевого хозяйства представляются немислимыми без организующей роли «элиты». Вместе с тем «элита», по-видимому, выполняла ритуальные и жреческие функции. Значительной представляется роль «элиты» в военном деле. Власть «элиты» не столько опиралась на экономическое или физическое принуждение, сколько апеллировала к традиционным религиозным ценностям и «устанавливала право». Реконструкция исходного значения и.–е. термина «гех» в значении «священный царь» (Иванов, 1989, с. 6–7) помогает, на наш взгляд, понять природу власти в синташтинском обществе.

«Модифицированная сельская община» есть не что иное, как ранний полис (Андреев, 1995, с. 88) или протополис.

5.7. Военное дело и вооружение

Война в племенном мире тесно сопрягается с такими разными аспектами социальной и культурной жизни как экология, социальные структуры, политика, космология и предполагает определенную «культуру насилия» с ее производными – стратегией и тактикой ведения военных действий (Ferguson, Whitehead, 2005). В отсутствие письменных и иконографических источников реконструкция основ военного дела у населения Южного Урала начального этапа эпохи поздней бронзы представляется задачей во многом умозрительной, тогда как находки разнообразных предметов вооружения являются характерными и типичными для синташтинских некрополей, реже – поселений.

Синташтинское вооружение делится на оборонительное и наступательное (дальнего и ближнего боя). К средствам ведения войны можно также отнести остатки колесниц из некрополей, находки останков «колесничных» лошадей и предметов упряжи, оборонительные сооружения поселков. Находки предметов вооружения в основном связаны с некрополями. Значительная часть изделий изготовлена из меди. Вооружение ближнего боя представлено копьями, топорами, ножами-кинжалами. Некоторые предметы, изготовленные из камня: сверленные топоры и булавы, наверхия жезлов – в аркаимское время, вероятно, не имели реального боевого применения, а переместились в сферу ритуала и престижа.

Вооружение дальнего боя представлено стрелами, луком и, вероятно, каменными ядрищами для пращи. Из аркаимских некрополей известно до 300 экз. наконечников стрел из камня, меди/бронзы и кости/рога. Представлены наконечники из камня двух видов: бесчеренковые, с усеченным основанием и черешковые с шипами. Черешковые наконечники стрел отличаются своеобразием и являются, вероятно, синташтинско-аркаимским изобретением. По своим боевым качествам они не имели себе равных в бронзовом веке Евразии. Столь же совершенны в культуре типа Аркаим–Синташта были металлические наконечники. Вероятно, они также имели местное происхождение.

Известно не менее девяти находок деталей усиленных луков (Берсенеv и др., 2010; Bersenev et al., 2011). Их особенностью яв-

ляется наличие роговых насадок или костяных накладок на плечах луков. Выявлены модификации луков для левшей и правшей. Длина лука составляла, скорее всего, 1,1–1,3 м. Длина стрелы 60–70 см. Найденные костяные предметы от луков сильно изношены. Их этих луков могли быть произведены тысячи выстрелов. Защитное вооружение известно по единичным находкам костяных панцирных пластин (Берсенева и др., 2010). Панцири также могли изготавливаться из войлока или кожи, а щиты – из кожи и дерева.

Колесница и конская упряжь. На Синташте и Аркаиме впервые в археологии Евразии в погребальных сооружениях обнаружены остатки колесниц и жертвенных лошадей с предметами конской сбруи. Здесь получены и даты – конец III–первая половина II тыс. до н.э.

В Южном Зауралье известны остатки 27 колесниц из 13 могильников синташтинской и петровской, реже алакульской культур (Чечушков, 2013). Эти археологические находки в последние десятилетия активно обсуждаются в литературе (Littauer, Crowel, 1996; Бороффка, 1999; Jones-Bley, 2000; Чечушков, 2011, 2013 и др.). Рассматривается вопрос о хронологическом приоритете степных колесниц относительно переднеазиатских образцов и степень их реальной функциональности (погребальный транспорт?). При этом нельзя не согласиться, что даже в качестве ритуального транспорта синташтинские колесницы «отражали какие-то реалии культуры» (Балонов, 1980, с. 80). Недавно в пользу абсолютной древности степных уральских колесниц высказался К. Кристиансен (2013, с. 195).

Все остатки колесниц отличаются стандартными размерами: диаметры колес 80–90 см, иногда до 100 см; ширина хода колесницы 1,1–1,4 м. Можно предположить, что синташтинские колесницы, как и греко-микенские, были разборными и состояли из двух частей: кузова и ходовой части. Не исключено, что на некоторых колесницах кузова были плетеными из ивняка или кожаных полос. Такие кузова изображены на петроглифах эпохи бронзы.

В могильниках аркаимско-синташтинской эпохи лошади из парных погребений, как правило, разнополюе. Определен пол 23-х пар жертвенных лошадей (Зданович, Куприянова, 2010; Косинцев, 2010а; Гайдученко, неопубликованные материалы). В 20 случаях (87%) это разнополюе комплексы «жеребец + кобыла».

Три случая (13%) являются исключениями, они не системные (либо два самца, либо две самки). Исключения выявлены в петровском могильнике Аксайман и в кургане 2 мог. Каменный Амбар 5 (синташтинская культура) (Косинцев, 2010а). Также лошади из парных жертвоприношений характеризуются разным возрастом и разной высотой в холке. Это мало соответствует представлениям древних о «настоящих» колесничных лошадях. Гомер, например, описывает их так: «ростом и мастью одной, и хребтом как под меру» (Od., II, 765); упряжные лошади гомеровского эпоса – жеребцы.

На Аркаиме–Синташте костяки кобылы и жеребца часто лежат на боку, ногами друг к другу, конечности переплетены или перекрещены. Такое позиционирование жертвенных лошадей идентично захоронениям мужчины и женщины в так называемой «позе объятий». Данные захоронения можно рассматривать с религиозно-гендерных позиций, в аспекте преломления в ритуале идеи «священного брака» с ведущей ролью женщины, имитирующей Богиню (Зданович Д., 1997). Соответственно, значительно более сложной представляется и семантика парных захоронений лошадей эпохи бронзы. Наряду с колесничной темой, в семантическое поле этих обрядов должны были входить и концепты «плодородия», «эротика – секса», индоиранского «фарна» – тюркского «кут» и др. Впрочем, образ колесницы и сам по себе мог иметь эротический аспект (Зданович, Куприянова, 2008, 2010).

Синташтинско-аркаимская эпоха знаменовала собой наивысший этап развития военного дела населения степной Евразии всей эпохи бронзы – от раннего бронзового века до финального. Все, что связано с войной, на Аркаиме–Синташте сильно ритуализировано и дошло до нас преимущественно в этом – ритуальном – виде. Можно предположить, что внутри «Страны городов» войны не были «тотальными», они не были крупномасштабными и не были ориентированны на уничтожение населения.

5.8. Субкультуры эпохи бронзы (мужское и женское)

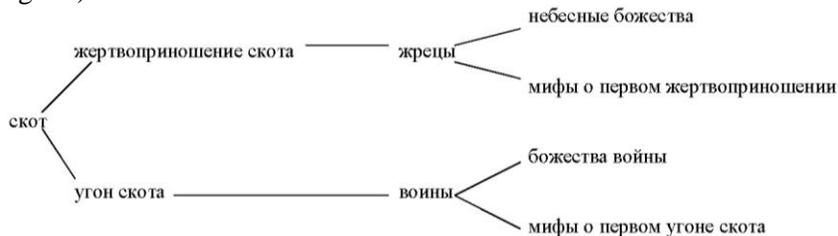
Скот, ритуал и мужская субкультура. По всем археологическим признакам насельники памятников типа Аркаим–Синташта выглядят как скотоводы с достаточно выраженными признаками оседлости. Важным индикатором является домини-

рующая роль крупного рогатого скота в стаде. У ранних индоиранцев КРС, прежде всего, служил источником пищи, а также имел ряд дополнительных ролевых значений в системе жизнеобеспечения и в социальной сфере: как источник для производства одежды, утвари, орудий труда, как форма измерения богатства и средство обмена, как инструмент социального взаимодействия и интегрирующий фактор в жизни сообщества.

Интересным опытом реконструкции является концепция «экологии религии» Б. Линкольна (1981). Суть ее состоит в признании образующей (генеративной) роли экологии по отношению к культуре и религии. Линкольн сопоставляет между собой два блока культур, которые никогда не имели прямых контактов друг с другом, – культуры Восточной Африки и индоиранские культуры. Найденные здесь сходства в религиозных представлениях и обрядах автор объясняет пастушеским характером культур и их базированием на разведении крупного рогатого скота. При этом религиозную роль лошади у индоиранцев Б. Линкольн ограничивает «царскими» ритуалами, что, как кажется, не вполне справедливо.

Принимая разведение КРС за отправную точку построений, автор выводит отсюда две ведущие черты индоиранской культуры: угон скота и жертвоприношение скота. Эти два сепаратных образа действия, в свою очередь, привели к образованию двух обособленных социальных групп: воинов и жрецов. В некоторых индоевропейских традициях, включая индоиранскую, первое жертвоприношение представляло собой пару жертвенных существ: человека и быка. Из их тел был создан мир (Lincoln, 1981, pp. 69–95, 169).

Деятельность и тех, и других нуждалась в своих сакральных прецедентах. В итоге Б. Линкольн представляет генезис «cattle-keepers' religion» в виде следующей схемы (Lincoln, 1981, p. 175, fig. 12):



Хотя, как отмечает Б. Линкольн, «жреческий цикл» и «воинский цикл» существовали сепаратно, восходя к миру сакрального своими собственными путями каждый, не исключается возможность формирования общего цикла (Mallory, 1991, fig. 79).

Подход Б. Линкольна, во-первых, позволяет дополнительно усилить традиционный метод лингвистической реконструкции апелляцией к этнографическим материалам, а во-вторых, создает возможности для совмещения данных сравнительно-исторического языкознания с историко-культурными реконструкциями. В этом плане книга Б. Линкольна явилась новым словом в индоевропеистике. Вместе с тем, исходная посылка Линкольна о существовании жесткой направленной связи в системе экология–религия представляется нам несколько упрощенной и односторонней.

Похищение (угон, кража, *cattle-raid*) скота – мотив, безусловно, глубоко жизненный, обусловленный реалиями скотоводческой культуры. У тюрков степей (казахи) угон скота (*баранта/барынта*) – в прошлом самая обычная реалья. Сам угон и попытки возвращения утраченного тем или иным способом «лишь вносят разнообразие в его (казаха – Д.З.) монотонную жизнь» (Радлов, 1989, с. 341), в «баранте выражается молодечество киргиз» (казахов – Д.З.) (А. Я., 1895). Хотя «кража скота является основной причиной межплеменной вражды» (Ратцель, 1903, с. 577), это один из тех социальных институтов, посредством которых осуществляется функционирование «*cattle-keepers*» общества.

Мифы/тексты о похищении скота также широко известны у индоевропейцев. Обширные материалы, касающиеся «*cattle-raid*» у эллинов, собраны в статье (Walcote, 1979). Этот мотив также представлен в Ригведе текстами об освобождении Индрой (при помощи Ангирасов) скота, который был похищен у ариев Валою или Пани (см. ссылки на РВ: Sick, 1996). Как констатирует в своей статье Д. Сик, похищение скота часто имеет солярный аспект и сочетается с мотивами жертвоприношения или забоя животных, пещеры, камня (Sick, 1996).

Соответственно, мы достаточно легко можем внести фактор «угона скота» в жизнь синташтинского социума. При этом соответственно мотивы таких действий могут быть совершенно разными.

Мечь, ставшая продолжением соперничества в соревнованиях на поминках (*ac*) (Фиельструп, 2002, с. 166), нормы обычного права (А. Я., 1895; Леонтович, 1880, с. 45–48, 133), либо даже мифологический прецедент. Так согласно идеям масаев Западной Африки, именно им Бог некогда подарил весь скот. Соответственно, масаи вовсе «не воруют – они просто забирают возвращают себе то, что у них когда-то забрали» соседи (Железняк, 2010–2011, с. 75).

Сфера женской субкультуры. Погребения женщин по своим размерам, общим трудозатратам, наличию жертвенных животных и количеству инвентаря в целом не уступают мужским захоронениям. В женских погребениях встречаются такие предметы «мужского» инвентаря как наконечники стрел (правда, по-видимому, в основном охотничьих), а также орудия и атрибуты металлургического дела. В упоминавшихся парных погребениях в «позе объятий» весь массив инвентаря, включая оружие и ритуальные каменные булавы, как правило, сопровождает костяк, лежащий на правом боку (очевидный и яркий пример: Зданович, Куприянова, 2007).

Правобочное положение сохраняет свою силу для части детских костяков (захоронения девочек?); напротив, в алакульской культуре, например, где господствует «мужской» стандарт, все дети без различия пола обычно располагаются на левом боку. Отмечаются специализированные женские погребения, связанные с ритуальными (жреческими?) функциями в обществе (Зданович, 1995). Исходя из этого, можно говорить о высоком социальном статусе женщины в синташтинском обществе, о развитости здесь вообще «женской сферы» в культуре.

При этом нужно учитывать особенности гендерного поведения в культуре, что типично для традиционных культур индоевропейцев, сохранившихся в Азии (Wynne, 2004). В частности, это касается участия женщин в занятии животноводством. Судя по имеющимся данным, животным, преимущественно «женским» и одновременно наиболее тесно связанным с близлежащей к поселку округе, на Аркаиме была корова (Зданович, 2005). Неоднозначным выглядит отношение женщин к сфере смерти и степень их участия в погребальных обрядах. С одной стороны, что сферы были значительно развиты у населения Гиндукуша: здесь, в ряде областей, мужчины не имели права вообще посещать кладбища, и

места захоронений, таким образом, входил в сферу «женской субкультуры» (Йеттмар, 1986).

У памирских народов, напротив, женщины не допускались на кладбища (Бабаева, 1993, с. 93–95). Возможно, однако, что это связано с некоторыми гендерными позициями в местных исламских вероучениях. Впрочем, по результатам применения фосфатного анализа (Валдайских и др., 2011) можно заключить, что посещения кладбищ были достаточно редким делом.

Интересно отметить, что в эпоху Аркаима на женщин почти не тратили металл – украшений здесь немного, и они не являются металлоемкими (таблица 15). При этом, возможно, уже в это время появилось такое явление, как «женская мода» (Куприянова, 2008). По крайней мере, отдельные синташтинские курганы различаются, в том числе, наборами характерных женских украшений.

Как научный факт Аркаим существует уже более четверти века. Годы, прошедшие с его открытия, были переломными для науки, в том числе и для археологии. Сменилась эпоха – не только в политике, но в мировосприятии, культуре, религиях, науках о человеке (науках о духе), сформировались особые виртуальное и культурное пространства.

Изучение Аркаима как культурно-исторического феномена началось в рамках марксистской парадигмы истории с такими ее признаками, как примат социально-экономических отношений над любыми иными типами отношений и идеей однонаправленности и линейности развития человеческих обществ. Феноменальность памятников типа Аркаима сразу стала очевидной, но в тех условиях подчеркнуть их значимость можно было только путем продвижения

Таблица 15. Распределение металла по типам артефактов (Большекараганский курган 25)

Тип артефакта	Количество, ед.	Масса*, г	Масса, %
Орудия труда	19	626,73	96,8
Украшения**	4	2,17	0,34
Сплески металла	2	18,7	2,9
Всего	25	647,6	100

* В основном медь. ** серебро составляет 1,17 г (83–88%). Предполагается, что изделия из серебра были импортные (Зданович, 2008), хотя есть точка зрения о местных уральских методиках получения серебра из свинца (Григорьев, 2004).

этого феномена вперед по некой «узкоколейке» истории. Отсюда термины «цивилизация», «протогород» и даже «ранний город», «ранняя государственность», идеи об особой роли социальной элиты, упрощенные этнические отождествления и другое.

Сегодня ситуация в науке существенно изменилась. В-первых, начинают преобладать тенденции к отказу от однонаправленных линейных схем развития социальных систем. Это касается и таких явлений, как государство и цивилизация. Во-вторых, развивается системный подход к культуре, с учетом природных факторов. Наконец, третий момент: «антропоморфизм versus техноморфизм» в восприятии культуры (Козловски, 1997, с. 46).

Новые тенденции в развитии научной парадигмы накладывают отпечаток на наше современное восприятие памятников типа Аркаима и Синташты.

1. Вопрос – «Аркаим и цивилизация». Достаточно пространные перечни признаков ранних цивилизаций (Чайлд, Ренфрю и др.) Н.Н. Крадин свел к четырем базовым признакам: развитая, не менее чем трехуровневая, классовая структура; постоянная оседлость населения; земледельческое хозяйство как основа экономики; обработка и использование металлов (Крадин, 2006). С учетом этих новых тенденций в отношении памятников типа Аркаима уместно остановиться на термине «постпервобытность».

2. По-прежнему очень своеобразным представляется Аркаим как опыт создания сложных архитектурных сооружений. Здесь можно видеть и отражение поселенческой «анатолийской схемы», и элементы дворцово-храмовой архитектуры, и признаки самообитной эволюции.

3. Новые исследования подтверждают выводы о высоком технологическом уровне развития аркаимско-синташтинских обществ, их роли в развитии культур Евразийской металлургической провинции и колесничного комплекса. С другой стороны, это и формирование нового типа культуры как способа и формы передачи информации. Формируется новая знаковая система, отраженная в ритуалах и керамике, которая во многом определит облик культур позднего бронзового века.

4. Значительно более сложными выглядят проблемы этнической интерпретации. Вполне очевидно, что мы сегодня плохо

представляем себе сам характер (тип, формы) этнических процессов в бронзовом веке. Возможно, речь должна идти о так называемой «этнической непрерывности». Разрабатываются концепции участия населения степей эпохи в этногенезе целого ряда народов Евразии, как, например, концепция «степной прародины греков и ариев» Л.С. Клейна (2010).

5. С развитием естественных методов в археологии, а аркаимская площадка как раз и создавалась для их развития, стала очевидной необходимостью антропологической критики получаемых результатов, значение работы междисциплинарных коллективов – команд, роль археолога в организации междисциплинарных исследований (Зданович и др., 2002).

Не только новые археологические находки, но и разработка новых подходов еще изменят в будущем образ памятников типа Аркаима, сложившийся в науке сегодня.

ГЛАВА 6. ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ АРКАИМСКОЙ ДОЛИНЫ ДО И ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ РЕЖИМА ЗАПОВЕДНОСТИ

6.1. Растительный покров и его изменение после введения заповедного режима

А. М. Ермолаев, В. Е. Приходько

Исследовалось состояние растительного покрова до начала заповедного режима в 1992 г. (Моисеев, 2001). А.М. Ермолаевым (1999) обследовано 16 фитоценозов различного режима использования 1992 и 2003 гг. Часть этих растительных сообществ была в разные годы засеяна многолетними травами и превращена в луга до введения режима заповедования. Состав лугов сравнивался с фитоценозами близлежащих пастбищ. Исследование растительного покрова и его мониторинг также проводили Левит, Миронычева-Токарева (2005), Okitsu et al. (2011).

Целью исследований являлась характеристика изменения растительного покрова пастбищ и сеяных лугов разного видового состава в связи с их разной длительностью функционирования, в том числе в условиях заповедного режима.

Растительный покров до введения заповедного режима.

В геоботаническом отношении территорию заповедника Аркаим можно отнести к Евроазиатской степной области, Причерноморско-Казахстанской подобласти, к блоку Западносибирско-казахстанских провинций, Заволжско-Казахстанской степной провинции, Зауральско-Тургайской (Западно-Казахстанской) степной подпровинции (Геоботаническое районирование..., 1947; Геоботаническая карта..., 1956; Растительность Европы, 1980). Значительные пространства этого региона заняты разнотравно-типчачово-ковыльными степями и их эдафическими вариантами – от богаторазнотравных до луговых (с гликофитными и петрофитными элементами).

Климатические особенности (средняя температура воздуха, влажность) исследуемой территории характерны для более южных районов, что может быть связано с климатической тенью всего Южного Урала. Наличие выходов горных пород и пересеченность

рельефа обуславливают продвижение южных видов растений к северу.

На территории заповедника встречается свыше 600 видов высших растений, 2% из них являются эндемиками – редкими растениями, встречающимися только на территории Аркаима, или ареалы распространения которых расположены далеко от него (Моисеев, 2001). Эти растения и ряд редких видов занесены в Красную книгу страны как золотой генетический фонд, который необходимо сохранять в биосфере для увеличения ее биоразнообразия и для будущих поколений людей.

Степные ландшафты средне- и низкогорий характерны для этой территории. Они заняты растительными сообществами, в которых ведущая роль принадлежит эвриксерофитным и мезоксерофитным дерновинным злакам: *Stipa capillata* L., *Festuca valesiaca* Gaud., *Stipa tirsia* Stev., *Stipa zaleski* Wilensky (по южным склонам и западинам), с участием корневищных и рыхлодерновинных злаков. По увлажненным локусам встречается богатое лугово-степное разнотравье с 3–4-ярусным сомкнутым травостоем (*Festuca valesiaca* Gaud., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., *Stipa zaleskii* Wilensky, *Poa angustifolia* L., *Phleum phleoides* (L.) Karst., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski., *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub. и др. Широко распространены на территории Аркаима типчаково-разнотравные фитоценозы (таблица 16, рис. 8).

Большинство экосистем заповедника – это бывшие пастбища и сенокосы, занимающие две трети территории. Средние части склонов мезорельефа находятся под разнотравно-ковыльными и разнотравно-овсецовыми сообществами и кустарничковыми ассоциациями с караганой (*Caragana frutex* (L.) K. Koch) и спиреей (*Spiraea crenata* L.).

Сложный мезорельеф района создает большую пестроту растительного покрова. На юге и северо-востоке Аркаима на вершинах сопек и увалах, их склонах и в ложбинах встречаются березовые колки из *Betula pendula* Roth. На северо-востоке исследуемой территории они замещают сосновые (*Pinus sylvestris* L.) и лиственничные (*Larix sibirica* Mill.) растительные сообщества, образуя с ними небольшие смешанные массивы. Эти фитоценозы сохранились главным образом по северным склонам сопек и занимают около 1% территории заповедника. Под пологом этих ле-

сов часто произрастают кустарники: спирея, вишня степная (*Cerasus fruticosa* Pall.), шиповник гололистный (*Rosa glabrifolia* С.А. Мей. ex Rupr.), миндаль низкий (*Amygdalus nana* L.) и др. В травяном ярусе обычны – орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn ex Desken), борщевик сибирский (*Heracleum sibiricum* L.), будра плющевидная (*Glehoma hederacea* L.) и другие травянистые растения. Встречаясь на возвышенных участках Урало-Тобольского междуречья, эти леса создают своеобразный ландшафт «ложной лесостепи».

Полинные и полинно-типчаковые ассоциации поселяются на литоземах, засоленных и солонцеватых черноземах. В них доминируют полынь венечная (*Artemisia scoparia* Waldst. et Kit.), полынок (*A. austriaca* Jacq.) и полынь Лерха (*A. Lerchiana* Web.). На вершинах холмов и увалов в травостое растительных сообществ преобладает овсяница валесийская. На выходах горных пород, каменистых и щебнистых склонах развиты петрофильные степи с рядом эндемичных южноуральских видов: *Elytrigia reflexiaristata*, *Diantus acicularis*, *Onosma simplicissima* и др.

Богата и разнообразна приречная и пойменная флора. На заболоченных участках встречаются фитоценозы с разными осоками (*Carex acuta* L., *C. riparia* Curt, *C. rostrata* Stokes и *C. vesicaria* L.) и ивами (*Salix triandra* L., *S. viminalis* L. и *S. Vinogradovii* A. Skvorts.) (Ермолаев, 1999; Моисеев, 2001). На мокрых солончаках произрастают заросли солероса европейского (*Salicornia europae* L.), сведы стелющейся (*Suaeda prostrate* Pall), астры солончаковой (*Aster tripolium* L.), млечника приморского (*Glaux maritime* L.). На солончаковых пятнах доминируют лебеда бородавчатая (*Atriplex verrucifera* Bieb.) и сведа стелющаяся. Иногда на глинистых солончаках растут франкения волосистая (*Frankenia hirsute* L.), кермек полукустарниковый и каспийский (*Limonium suffruticosum* (L.) O. Kuntze и *L. caspium* (Willd.) Gams). Солонцеватые участки поймы часто заняты хартолепсом средним (*Chartolepis intermedia* Boiss) и подорожником солончаковым (*Plantago salsa* Pall.). Среди видов влажных солонцеватых пойменных лугов часто встречаются первоцвет длиннострелочный (*Primula longiscapa* Ledeb.), бодяк съедобный (*Cirsium esculentum* (Siev.) С.А. Мей.) и бодяк серый *C. canum* (L.) All.).

Таблица 16. Состав растительности сеяных лугов, бывших пастбищ и постагrogenных участков разной длительности использования

Растения	Номер участка и длительность его использования (годы)																		
	11, 1 г.		2	3	4	5	7	6, 7л.		10, 9л.		1, 10л.		8, 12л.		9, 2г.	12, 2г.	13, 2г.	
	а	б	а, 2 года		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	в	а	
Количество растений, шт.																			
Многолетники	8	36	8	19	11	13	40	34	23	36	33	51	23	31	20	16	10	20	
Двулетники	1	3	12	2	3	2	2	4	0	4	0	4	0	2	1	3	3	3	
Однолетники	8	2	2	18	12	10	9	13	1	5	1	9	1	6	0	12	18	16	
Сумма	17	41	22	39	26	25	51	51	24	45	34	64	24	39	21	31	31	39	
Количество растений, % от суммы																			
Многолетники	47	88	36	49	42	52	78	67	96	80	97	80	96	79	95	52	32	51	
Двулетники	6	7	55	5	12	8	4	8	0	9	0	6	0	5	5	10	10	8	
Однолетники	47	5	9	46	46	40	18	25	4	11	3	14	4	15	0	39	58	41	

Примечание. 1а – эспарцет, 2 – 5, 11а – костер и донник, б – 8, 10а – костер, 9в, 12в – залежь на бывшей пашне, 13а – люцерна. а – сеяные луга, б – сопредельные пастбища, в – постагrogenные участки.

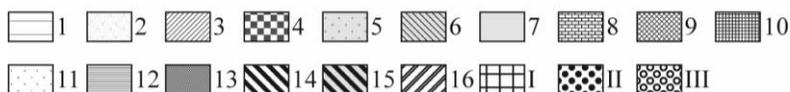
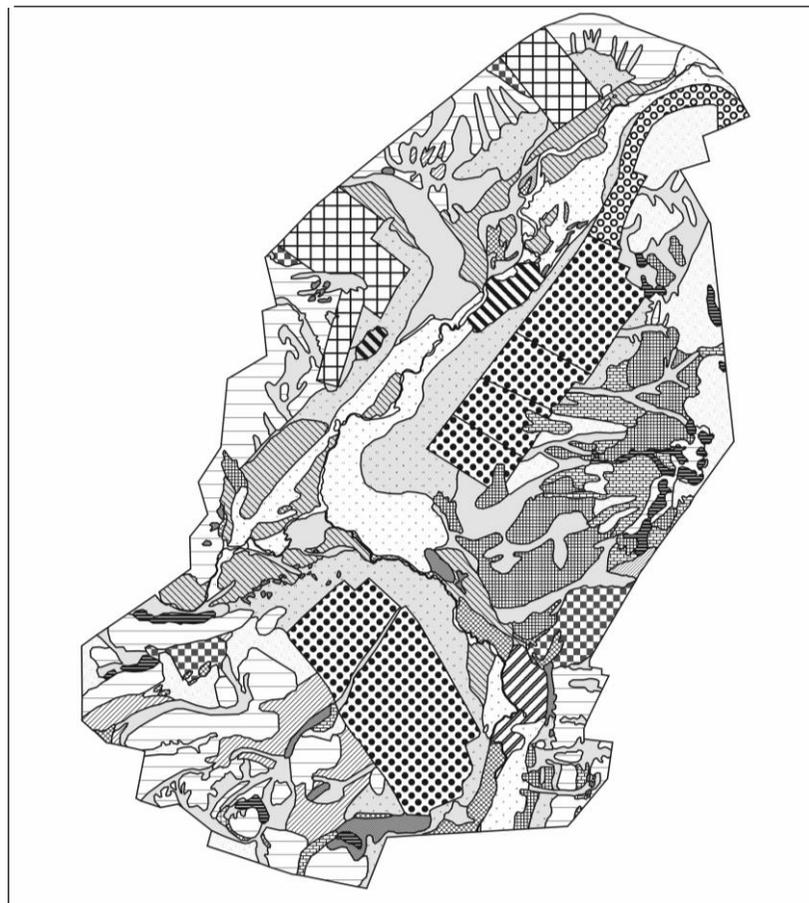


Рис. 8. Сводная карта растительного покрова заповедника Аркаим, М 1 : : 50 000 (Моисеев, 1992; Ермолаев, 1992). Условные обозначения: 1 – каменистые полынно-типчаковые и типчаково-тырсовые степи; 2 – овсцовые степи; 3 – коржинскоковыльные степи; 4 – разнотравно-ковыльковые степи; 5 – солонцеватые полынно-тырсовые степи; 6 – солонцеватые полынно-типчаковые степи; 7 – луговые степи и остепненные луга; 8 – разнотравно-красноковыльковые степи; 9 – кермеково-колосняковые и колосняково-белополынные сообщества; 10 – комплексные участки полынно-типчаковых, полынно-тырсовых и луговых сообществ; 11 –

невскоячменные и пойменные луга; 12 – березовые колки и лиственнично-березовые леса; 13 – кустарниковая растительность; 14 – комплексные участки полынно-тырсовых и невскоячменных сообществ; 15 – комплексные участки полынно-тырсовых и луговых сообществ; 16 – приречные заросли тростника и рогоза; I – посевы люцерны; II – кострцовые луга, засоренные сеgetальной растительностью; III – старовозрастные кострцовые луга.

В прибрежных зарослях водоемов произрастают тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud.), клубнекамыш морской (*Bolboshoenus maritimus* (L.) Palla), рогозы широколистный и узколистный (*Typha latifolia* L. и *T. angustifolia* L.), камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.), тростянка овсяницеvidная (*Scolochloa festucacea* (Willd.) Link), ежеголовник прямой (*Sparganium srectum* L.) и др.

До режима заповедания растительный покров холмов и их склонов был подвержен интенсивному, бессистемному выпасу и находился на разных стадиях пастбищной дегрессии. Господство *Stipa capillata* L. почти во всех степных сообществах различных уровней, по мнению ряда исследователей, является следствием перевыпаса (Крашенинников, 1936; Крашенинников, Кучеровская-Рожанец, 1941; Лавренко, 1956 и др.).

Растительность вблизи рек была деградирована в меньшей степени, чем в других местообитаниях. Многие исследованные степные фитоценозы в разных эдафических условиях сформированы, чаще всего, сходными видами (*Festuca valessiaca* Gaudin., *Stipa capillata* L., *Gallium verum* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Achillea millefolium* L., *Achillea nobilis* L., *Hieracium umbellatum* L., *Artemisia* и др.). Такая конвергенция растительных сообществ отмечается и при длительном использовании разных территорий (Лавренко, 1956; Карамышева, Рачковская, 1973; Осычнюк и др., 1976).

При экологическом анализе растительности можно выделить следующие главнейшие экологические группы (фитоценоотипы): 1 – каменисто-степной, песчано-степной и каменисто-луговой (5%); 2 – степной и лугово-степной (около 40%); 3 – солончаково-степной, солончаково-лугово-степной и солончаково-луговой (8%); 4 – пустынно-степной (0,8%); 5 – луговой и лугово-болотный (до 21%); 6 – лугово-лесной (около 6%); 7 – сорный (около 20%), сюда включены настоящие сорные, рудеральные и одичав-

шие культурные растения. Подавляющую часть растений (по отношению к влагообеспеченности почв) можно отнести к лугово-степным и луговым ксеро- и мезоксерофитам (51%), мезофитам (22%), эв- и эвримезофитам (14%). Ведущее положение ксерических групп растений определяет более южный облик местной флоры, что характерно для нарушенных местообитаний.

Ровные пространства исследуемой территории начали распахиваться с конца 1950-х годов. К началу 1980-х годов площадь пахотных почв увеличилась с 583 до 1 077 га. На пахотных угодьях выращивали пшеницу, многолетние травы и овощи. Еще до введения заповедного режима часть пашен была превращена в луга, засеянные многолетними травами: кострцом безостым (*Brotropsis inermis* (Leus.) Holub.), люцерной голубой (*Medicago caerulea* Less.ex Ledeb), донником лекарственным (*Melilotus officinalis* (L.), эспарцетом песчаным (*Onobrychus arenaria* (Rit.) DC) и смесью этих растений. После начала заповедного режима оставшиеся пашни стали залежами и стихийно зарастали растительностью.

Изменение растительности на сеяных лугах и в заповедном режиме. Часть данной территории (500 га на юго-восточной, 600 га в восточной части, 550 га в пойменных лугах рек Б. Карганка и Утяганка) является зоной полной заповедности без хозяйственной и рекреационные деятельности. Для лучшего самовозобновления степного ландшафта необходима дозированная нагрузка, поэтому на некоторых участках для поддержания экосистем (800 га холмистой степи и 450 га южной равнинной степи) производят сенокосение и ограниченный выпас крупного рогатого скота и лошадей.

Территорию заповедника пересекает пять лесополос длиной 1,5 км с межполосным расстоянием 0,5 км, их возраст около 60 лет. В лесополосах много сухостоя вяза и березы. В межполосных пространствах бывшей пашни отмечается самопроизвольное возобновление значительного количества вяза и реже березы.

Бывшие пастбища и сенокосы восстанавливают свою структуру за счет семенных и вегетативных депо, хранящихся в почве. После 18 лет заповедного режима на бывших пастбищах крутых склонов увеличилось проективное покрытие растительного покрова, но сохраняются полынно-разнотравные биоценозы; на пологих

склонах восстановились природные ковылко-ковыльно-разнотравные растительные сообщества.

В составе травостоев сеяных лугов и постагrogenных залежей выявлено свыше 130 видов, т.е. 22% всех видов, встречающихся в заповеднике. Среди них определено 8 новых видов, не указанных в аннотированном списке растений заповедника. Молодые сеяные луга из костреца и люцерны без хорошего ухода зарастают бурьянистой (из *Sonchus arvensis* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Crepis tectorum* L.) и другой сеgetальной растительностью. В южных флорах (особенно средиземноморских) на такие виды приходится около 40% от суммы всех видов (Стоянов, 1956; Рубцов и др., 1961). В более ухоженных двухлетних лугах проективное покрытие костреца достигает 60–65%, а примесь сорняков незначительна. Посевы люцерны двухлетнего возраста сомкнуты (проективное покрытие составляет 70–80%), в них встречается 39 видов растений (половина из них приходится на лугово-степные виды, половина – на сорные). Все они являются однолетними или многолетними мезофитами и мезоксерофитами. Кроме люцерны, чаще всего в этих посевах найдены *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Achillea nobilis* L., *Artemisia glauca* Pall.

Во вновь созданных лугах появляется 22–39 видов растений после двух лет и 45–64 – после 7–12 лет функционирования. Травостой сомкнутый, проективное покрытие достигает 85–100%. Это преимущественно дикорастущие, сорные и одичавшие культурные растения, которые принадлежат к 29 семействам и 98 родам. В сеяных лугах доминируют семейства сложноцветных (33 вида), злаковых (17 видов) и бобовых (14 видов); розоцветные, крестоцветные, гвоздичные и гречишных представлены по 7 видов каждое семейство. Растения первых трех семейств определяют состав и сложение всех исследованных лугов.

На сеяных лугах 4–12 лет жизни из костреца и эспарцета наряду с многолетним степным и лугово-степным разнотравьем (*Diantus versicolor* Fisch ex Link., *Gypsophilla altissima* L., *Filipendula vulgaris* Moench., *Potentilla impolita* Wanlenb., *Potentilla nivea* L., *Medicago romanica* Prod., *Oxytropis pilosa* (L.) DC, *Polygola hybrida* DC, *Silaum silaus* (L.) Schinz., *Phlomis tuberosa* L., *Veronica spicata* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Artemisia austriaca* (L.) Jacq.) появляются корневищные и дерновинные злаки *Elytrigia repens* L. – пырей,

Stipa capillata L., *Festuca valesiaca* Gaudin., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Phleum pleoides* (L.) Karst и др.

В видовом составе *всех обследованных лугов и залежей* преобладают семейства Asteraceae, Poaceae, Legimminosae, Rosaceae, Cariophyllaceae, Polygonaceae, Scrophulariaceae, Chenopodiaceae, что характерно для флор более южных регионов (Стоянов, 1956; Рубцов и др., 1961). Ведущее положение ксерических групп растений, гемикриптофитов и терофитов также определяет более южный синантропный облик (древнее Средиземноморье) локальных флор и характерен для нарушенных местообитаний.

Статистическая обработка данных (подсчет коэффициента встречаемости каждого вида по формуле $R = a/b \cdot 100\%$) (где a – содержание конкретного вида растений, b – сумма всех растений участка) показала, что в каждом флористическом списке для всех участков находится 17 одинаковых видов. Это злаки: *Bromopsis inermis* Leyss., *Elytrigia repens* (L.) Nevsky. и *Setaria glauca* L.), бобовые (*Medicago caerulea* Less.ex Ledeb., *Medicago romanica* Prod., *Oxytropis pilosa* (L.) Dc.) и разнотравье (*Chenopodium album* L., *Salsola collina* Pall., *Bertoreia incana* (L.) Dc., *Potentilla impolita* Wahlenb., *Cynvolvulus arvensis* L., *Nonea pulla* (L.) Dc., *Artemisia absintium* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Achillea nobilis* L., *Crepis tectorum* L., *Sonchus arvensis* L. и др. На сеяных лугах количество многолетников составляет в 1й и 2й годы вегетации 31–52%, в 4–7 годы – 67–78%, в последующие 9–12 лет – 79–80% (таблица 17). Более подробная информация о составе растительности 16 изучаемых участков дана ранее (Ермолаев, 1999).

Проводился подсчет видового состава пастбищных участков, расположенных рядом с каждым из исследуемых сеяных лугов. Наполняемость их биоценозов многолетними травами достигала 88–97%.

Растительность сеяных лугов (молодых и старых) более богата и разнообразна по видовому составу по сравнению с рядом расположенными степными участками. Это свидетельствует о том, что растительность лугов не замкнута, не «упакована», в ней еще происходит усложнение структуры травостоя.

Нами использовались коэффициенты общности или коэффициенты сходства П. Жаккара и Т. Сьеренсена (Грейг-Смит, 1977; Миркин,

Розенберг, 1978; Работнов, 1978; Уиттекер, 1980). Они вычисляются по формуле:

$$K_j = Na + b/(Na + Nb) - (Na + b) \text{ и } K_s = 2Na + b/(Na + Nb),$$

где $Na + Nb$ – число общих видов в описаниях А и В; Na и Nb – число видов в описаниях А и В.

Расчеты коэффициентов общности состава растительности антропоизированных экосистем одного и того же высотного уровня и экспозиции выявили флористическое сходство разных сеяных лугов. У старосеяных лугов коэффициенты общности колебались от 0,43–0,6 до 0,56–0,72, у молодых сообществ – от 0,41–0,58 до 0,76–0,86. И у тех, и у других искусственно созданных фитоценозов сходство с естественной (пастбищной) растительностью невелико – от 0,05–0,09 до 0,34–0,51.

Мощная подстилка и слой густого сухого прошлогоднего травостоя на поверхности почв затрудняют возобновление новой растительности весной. Поэтому летом эти участки покрыты в основном мертвой прошлогодней растительностью. Для улучшения состояния залежей в 2003 г. сотрудники заповедника провели эксперимент. В начале апреля, когда еще на полях оставалось немного снега, подожгли траву. Сгорели только прошлогодние растительные остатки, а напочвенная подстилка мощностью до 1–2 см, защищенная от сгорания полурастаявшим снегом, сохранилась. На этих участках отмечается хорошая возобновляемость поросли растительности. Также многие участки сильно зарастают караганой и спиреей.

Проведенные исследования, показали, что однолетники и двулетники встречались в наибольшем количестве в первые годы функционирования сеяных лугах и стихийных залежей на постпахотных участках. Они составляли основу, так называемой, «бурьянистой стадии», в них преобладают степные и лугово-степные (39%), луговые (до 21%) и сорные (21%) виды. Затем они заменяются корневищными и дерновинными злаками, являющимися мезофитами и мезоксерофитами. Видовой состав 10–12-летних сеяных лугов насчитывал до 64 видов растений, проективное покрытие травостоя составляло 85–100%. На 18-летнем эспарцетовом лугу преобладали многолетники (70%), его видовой состав близок к естественной растительности, а проективное покрытие – ниже. На постагрогенных полях, которые не были засеяны многолетни

Таблица 17. Ботанический и экологофитоценотический состав антро

Семейство, род, вид	2	3	4	5	6	7	
						I	
						A	B
Кл. Liliopsida (Monocotyledoneae) Poaceae Barnhart							
<i>Agropirum pectinatum</i> (Bieb.) Beauv.	Ψ	Гк-Пб	Дерн-рд	Степн.	Эвкс.		
<i>Agrostis alba</i> s.l. L.	Ψ	Гк-Пб	Дк	Луг.	ЭвриМез.	+	
<i>Avena sativa</i> L.	⊖	Т-с	Кист				
<i>Bromopsis inermis</i> Leyss.	Ψ	Гк-Пб	Дк	Луг.	ЭвриМез.	+	
<i>Calamagrostis epigeies</i> (L.) Roth	Ψ	Гк-Пб	Дк	Степн.-Луг.	Кс.Мез.	+	
<i>Elyturgia repens</i> (L.) Nevski	Ψ	Гк-Пб	Дк	Луг.	ЭвриМез.	10	
<i>Festuca valesiaca</i> s.l. Gaidin	Ψ	Гк-Пб	Пд	Степн.	ЭвриКс.	10	35-40
<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers.	Ψ	Гк-Пб	Пд	Степн.	ЭвриКс.	+	
<i>Panicum miliaceum</i> L.	⊖	Т-с	Кист				
<i>Phleum phleoides</i> (L.) Karst.	Ψ	Гк-Пб	Рд	Луг.-Степн.	Кс.Мез.	5	
<i>Poa pratensis</i> L.	Ψ	Гк-Пб	Рд-Кк	Луг.	ЭвМез.	+	
<i>Secale cereale</i> L.	⊖	Т-с	Кист				
<i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.	⊖	Т-с	Кк	Сорное			
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	⊖	Т-с	Кк	Сорное		+	
<i>Stipa capillata</i> L.	Ψ	Гк-Пб	Пд	Степн.	ЭвриКс.	+	35
Кл. Liliopsida (Monocotyledoneae) Poaceae Barnhart							
<i>Stipa tirsia</i> Stev.	Ψ	Гк-Пб	Пд	Степн.	Мез.Кс.		
<i>Triticum aestivum</i> L.	⊖	Т-с	Кист				
Liliaceae Juss.							
<i>Allium angulosum</i> L.	Ψ	Г-л	Кк	Степн.	Кс.Мез.		+
Asparagaceae Juss.							
<i>Asparagus officinalis</i> L.	Ψ	Г-Пб	Кк	Луг.-Степн.	Мез.Кс.		
Кл. Magnoliopsida (Dicotyledoneae) Polygonaceae Juss.							
<i>Follopia convolvulus</i> (L.) A.Love	⊖	Т-с	Дк	Сорное	Мез.	+	
<i>Polygonum aviculare</i> L.	⊖	Т-с	Кст	Сорное	ЭвМез.		
<i>P. lapatifolium</i> L.	⊖	Т-с	Кст	Луг.-Бол.	ЭвМез.		
<i>P. persicaria</i> L.	⊖	Т-с	Кст	Луг.-Бол.	ЭвМез.		
<i>Rumex acetosa</i> L.	Ψ	Гк-П,р	Кистк	Луг.	Мез.	+	+
<i>R. confertus</i> Willd.	Ψ	Гк-р	Дст	Луг.	Мез.	+	
<i>R. pseudonatronatus</i> (Borb.) Borb.ex Murb.		Гк-П,р	Дст	Луг.-Лесн.	ЭвМез.		
Chenopodiaceae Vent.							
<i>Atriplex</i> sp.	⊖	Т-с	Кст	Сорное	Мез.		
<i>Bassia sedoides</i> (Pall.) Aschers	⊖	Т-с	Кст	Сол.-Степн.	Кс.		

Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья, 2014
 пизированной растительности заповедника Аркаим (Ермолаев, 1999)

8	9	10	11	12		13	14		15	16		17		18	19
II	III	IV	V	VI		VII	VIII		IX	X		XI		XII	XIII
				A	B		A	B		A	B	A	B		
						+	+	+		+					
+	+	+	+						+			+		+	+
65	+	<5	60-65	30-35		40-50	50		10 20-25	65		5 +	+		+
>5	<5			40-45		<5 35	+	+		<10 +	25		10		
	+	+	+				+	+			+			+	+
	+	+	+				+		+			5			
+	>5	15	5	+		+	+	45	30	+	65		+	25-30	+
						25	+			+			45		+
				+											
						+									
+	+	+	+	+		+			+	+		+		+	+
	+	+		+		+	+	+			+			+	+
	+								+						
				+					+					+	
														+	
									+					10-15	

Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья, 2014

Семейство, род, вид	2	3	4	5	6	7	
						I	
						A	B
<i>Ceratocarpus arenarius</i> L.	○	Т-с	Кст	Пуст.-Степн.	ЭвКс.		
<i>Chenopodium album</i> L.	○	Т-с	Кст	Сорное	Мез.	+	
<i>Salsola collina</i> Pall.	○	Т-с	Кст	Сол.-Степн.	ЭвриКс.		
<u>Amaranthaceae Juss.</u>							
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	○	Т-с	Кст	Сорное	Мез.Кс.		
<u>Caryophyllaceae Juss.</u>							
<i>Cerastium holosteoides</i> Fries	○	Т-с	Кк	Луг.	Мез.	+	
<i>Dianthus Versicolor</i> Fisch. ex Link.	Ψ	Гк-П,р	Дст	Луг.-Степн.	Кс.Мез.		+
<i>Gypsophila altissima</i> L.	Ψ	Гк-П	Кст	Луг.-Степн.	Кс.Мез.		+
<i>G. paniculata</i> L.	Ψ	Гк-П	Дст	Луг.-Степн.	Мез.Кс.	+	+
<i>Overna behen</i> (L.) Jkomm.	Ψ	Гк-п,р	Дст	Луг.	Мез.		+
<i>Psammophiliella muralis</i> (L.) Jkomm.	○	Т-с	Кст	Сол.-Луг.- Степн.	Мез.Кс.		+
<i>Silene borystenica</i> (Grun.) Walters	○	Гк-р	Кст	Луг.-Степн.	Кс.Мез.		
<u>Ranunculaceae Juss.</u>							
<i>Pulsatilla flavescens</i> (Zucc.) Juz.	Ψ	Гк-р,П	Дк	Степн.-Луг.	Кс.Мез.		
<i>Thalictrum minus</i> L.	Ψ	Гк-П	Кк	Луг.-Степн.	Кс.Мез.		
<u>Brassicaceae Burnett.</u>							
<i>Armoraica rusticana</i> Gaertn., B. Mey. et Scherb.	Ψ	Г-П	Дст	Луг.	Мез.		
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	○	Т-р	Кст	Луг.-Степн.	Мез.Кс.	+	
<i>Erysimum marshallianum</i> Andz.	○	Т-с	Кст	Сорное	Мез.Кс.		+
<i>Lepidium perfoliatum</i> L.	○	Е-р,с	Кст	Сорное	Мез.Кс	+	
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	○	Т-с	Кст	Сорное	Мез.		
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	○	Т-с	Кст	Сорное	Мез.Кс.		
<i>Thlaspi atvense</i> L.	○	Т-с	Кст	Сорное	Мез.		
<u>Crassulaceae DC.</u>							
<i>Sedum telephium</i> L.	Ψ	Гк-П,р	Кст	Кам.-Степн.	Кс.Мез.		
<u>Rosaceae Juss.</u>							
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim	Ψ	Гк-П,р	Кк	Луг.-Бол.	Эв.Мез.	+	
<u>Rosaceae Juss.</u>							
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	Ψ	Гк-П	Кк	Луг.-Степн.	Кс.Мез.	+	
<i>Fragaria viridis</i> Duch.	Ψ	Гк-р	Кист	Луг.-Степн.	Кс.Мез.		
<i>Potentilla impolita</i> Wahlenb.	Ψ	Гк-р,П	Кст	Луг.-Степн.	Кс.Мез.	10	

Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья, 2014

Семейство, род, вид	2	3	4	5	6	7	
						I	
						А	Б
<i>Potentilla nivea</i> L.	Ψ	Гк-р,П	Кст	Песч.-Степн.	Мез.Кс.		+
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	Ψ	Гк-П,р	Кк	Луг.-Лесн.	ЭвМез.	+	
<i>Spiraea crenata</i> L.	Ψ	Х-П	Кистк	Степн.	Кс.Мез.	+	
<u>Fabaceae Lindl.</u>							
<i>Astragalus danicus</i> Retz.	Ψ	Гк-Р,П	Дк	Луг.-Степн.	Кс.Мез.		
<i>Astragalus sulcatus</i> L.	Ψ	Гк-П	Дк	Сол.Луг.-Степн.	Кс.Мез.		
<i>Genista tinctoria</i> L.	Ψ	Х-П	Дк	Луг.-Лесн.	Кс.Мез.		
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Ψ	Гк-Пб	Дк	Луг.	ЭвМез.	+	
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Ψ	Гк-Пб	Кк	Луг.-Степн.	Кс.Мез.		
<i>Medicago caerulea</i> Less. ex Ledeb.	Ψ	Гк.-П,р	Дк	Луг.	Кс.Мез.		
<i>Medicago romanica</i> Prod.	Ψ	Гк-П	Дст	Луг.-Степн.	Кс.Мез.	+	+
<i>Melilotus albus</i> Medik.	⊖	Гк-П,р	Дст	Луг.-Степн.	Мез.Кс.		+
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	⊖	Гк-П,р	Дст	Луг.-Степн.	Мез.Кс.		
<i>Onobrychis arenaria</i> (Rit.) DC.	Ψ	Гк-П,р	Дст	Луг.-Степн.	Мез.Кс.	25	
<i>Oxytropis pilosa</i> (L.) DC.	Ψ	Гк-П,р	Дст	Сол.-Луг.	Мез.Кс.	+	
<i>Trifolium pratense</i> L.	⊖	Гк-р,Пб	Дст	Луг.	Мез.	+	
<i>Trifolium repens</i> L.	Ψ	Гк-Пб	Нст	Луг.	Мез.	+	
<i>Vicia cracca</i> L.	Ψ	Гк-Пб	Дк	Луг.	ЭвМез.	+	
<u>Polygalaceae R.Br.</u>							
<i>Polygala hybrida</i> DC.	Ψ	Гк-П	Кст	Ка.-Луг.-Степн.	Кс.Мез.		
<u>Euphorbiaceae Juss.</u>							
<i>Euphorbia waldsteini</i> (Sojak)Czer.	Ψ	Гк-П	Дк	Луг.-Степн.	Мез.Кс.	+	+
<u>Malvaceae Juss.</u>							
<i>Malva pusilla</i> Smith.	⊖	Гк-р,П	Дст	Сорное	Мез.		
<u>Lythraceae Jaume</u>							
<i>Lytrum salicaria</i> L.	Ψ	Гк-П,р	Кк	Луг.-Бол.	Мез.Г.		
<u>Onograceae Juss.</u>							
<i>Epilobium montanum</i> L.	Ψ	Гк-П	Кст	Луг.	ЭвМез.		
<u>Apiaceae Lindl</u>							
<i>Erengium planum</i> L.	Ψ	Гк-П,р	Кст	Луг.Степн.	Мез.Кс.	+	
<i>Ferula tatarica</i> Tish ex Spreng.	Ψ	Г-П,	Кст	Степн.	Мез.Кс		
<i>Silaum silaus</i> (L.) Schinz et Thell.	Ψ	Гк-П,р	Дст	Луг.-Степн.	Мез.Кс.		
<u>Primulaceae Vent</u>							
<i>Androsace septentrionalis</i> L.	⊖	Т-с	Кст	Луг.-Степн.	Кс.Мез.	+	
<u>Limoniaceae Lincz.</u>							
<i>Limonium gmelinii</i> (Willd.) O. Kuntze.	Ψ	Гк-П,р		Сол.-Луг.-Степн.	Кс.Мез.		

Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья, 2014

Семейство, род, вид	2	3	4	5	6	7	
						I	
						А	Б
<u>Convalaceae Juss.</u>							
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Ψ	Гк-П	Дк	Сорное	Мез.	+	
<u>Boraginaceae Juss.</u>							
<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	⊖	Т-с Гк-р	Кк	Сорное	Кс.Мез.	+	
<i>Nonea pulla</i> (L.) DC.	Ψ	Гк-р	Кк	Сорное	Кс.Мез.		
<u>Lamiaceae Lindl.</u>							
<i>Galeopsis ladanum</i> L.	⊖	Т-с	Кст	Сорное	Мез.		
<i>Phlomis tuberosa</i> L.	Ψ	Гк-р	Дк	Луг.-Степн.	Кс.Мез.		
<i>Salvia stepposa</i> Schost.	Ψ	Гк-р	Дст	Степн.	Мез.Кс.		
<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	Ψ	Х-П	Дк	Степн.	Мез.Кс.	+	+
<u>Solanaceae Juss.</u>							
<i>Hyoscyamus niger</i> L.	⊖	Гк-р,П	Дст	Сорное	Мез.		
<u>Scrophulariaceae Juss.</u>							
<i>Linnaria vulgaris</i> Mill.	Ψ	Гк-П	Кд	Луг.	Мез.		+
<i>Veronica incana</i> L.	Ψ	Гк-П,р	Кк	Луг.-Степн.	Кс.Мез.	+	
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	Ψ	Гк-р	Кк	Луг.	Мез.		
<i>Veronica spicata</i> L.	Ψ	Гк-р	Кк	Луг.-Степн.	Мез.Кс.	+	
<u>Orobanchaceae Vent</u>							
<i>Orobanche coerulescens</i> Steph.	Ψ	Г-П	Дст	Паразит		+	
<u>Plantaginaceae Juss</u>							
<i>Plantago major</i> L.	Ψ	Гк-П	Кистк	Луг.	Мез.		
<i>Plantago urvillei</i> Opiz	Ψ	Гк-П	Кст	Степн.	Мез.Кс.		
<u>Rubiaceae Juss.</u>							
<i>Galium verum</i> L.	Ψ	Гк-П	Кк	Луг.	Кс.Мез.	+	+
<u>Dipsacaceae Juss.</u>							
<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	Ψ	Гк-р	Кст	Луг.-Степн.	Кс.Мез.		+
<u>Campanulaceae Juss.</u>							
<i>Campanula bononiensis</i> L.	Ψ	Гк-р	Кст	Луг.-Степн.	Мез.Кс.		
<i>Campanula cervicaria</i> L.	⊖	Гк-р	Кист	Луг.-Степн.	Кс.Мез.		
<u>Asteraceae Dumort</u>							
<i>Achillea cartilaginea</i> Ledeb.	Ψ	Гк-р,П	Дк	Луг.	Эв.Мез.		
<i>Achillea millefolium</i> L.	Ψ	Гк-р	Дк(Кк)	Луг.	Мез.	+	+
<i>Achillea nobilis</i> L.	Ψ	Гк-р	Дст	Степн.	Мез.Кс.	+	+
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Ψ	Гк-р	Кк	Луг.	Мез.	+	
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	Ψ	Х-П	Кд	Степн.	ЭвриКс.	5	+
<i>Artemisia dracunculus</i> L.	Ψ	Х-П	Кд	Степн.-Луг.	Кс.Мез.		
<u>Asteraceae Dumort</u>							
<i>Artemisia glauca</i> Pall. Ex Willd.	Ψ	Гк-р	Кк	Степн.	Мез.Кс.		
<i>Artemisia latifolia</i> Ledeb.	Ψ	Гк-р	Кд	Сол.-Луг.-Степн.	Кс.Мез.		

Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья, 2014

Семейство, род, вид	2	3	4	5	6	7	
						I	
						А	Б
<i>Artemisia marshalliana</i> Spreng.	Ψ	Х-П	Кд	Песч.-Кам.- Степн.	Мез.Кс.	+	+
<i>Artemisia sericea</i> Web. ex Stehm	Ψ	Гк-р	Кд	Степн.	Кс.Мез.	+	
<i>Aster alpinus</i> L.	Ψ	Гк-р,П	Кк	Кам.- Степн.	Мез.Кс.	+	
<i>Cardus crispus</i> L.	o	Гк-П	Дст	Луг.-Степн.	Мез.Кс.		
<i>Centaurea phrygia</i> L.	Ψ	Гк-р,П	Кст	Луг.-Кам.- Степн.	Мез.Кс.	+	+
<i>Centaurea rutenica</i> Lam.	Ψ	Гк-р,П	Дст	Степн.	Мез.Кс.		+
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Ψ	Г-П	Дк	Сорное	Мез.	+	
<i>Crepis tectorum</i> L.	o	Т-с,р	Кст	Сорное	Мез.	+	
<i>Ehinos ritro</i> L.	Ψ	Гк-р,П	Кст	Степн.	ЭвриКс.		
<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	Ψ	Гк-р,П	Кд	Луг.-Лесн.	ЭвриКс.		
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	Ψ	Гк-р,П	Кст	Луг.-Лесн.	Мез.	+	
<i>Jnula britanica</i> L.	Ψ	Гк-р,П	Кд	Луг.-Солон.	ЭвриМез.		
<i>Jnula hirta</i> L.	Ψ	Гк-р,П	Кк	Луг.-Степн.	Мез.Кс.		
<i>Lactuca seriola</i> L.	o	Т-с,р	Кст	Луг.-Степн.	Мез.Кс.		
<i>Lactuca tatarica</i> (L.) C.A. Mey.	Ψ	Гк-р,П	Кст	Сол.-Степн.	Мез.Кс.	+	
<i>Matricaria perforata</i> Merat	o	Т-с,р	Кст	Сорное	Мез.		
<u>Asteraceae Dumort</u>							
<i>Omalotheca syvatica</i> (L.) Sch. Bip. et F. W. Schultz	Ψ	Гк-П	Кк	Луг.-Лесн.	ЭвMes.		
<i>Picris hieracioides</i> L.	o	Т-с,р	Кст	Луг.	Мез.	+	
<i>Saussurea parviflora</i> (Poir.) DC.	Ψ	Гк-П	Дст	Сол.-Луг.	Кс.Мез.		
<i>Senecio jacobaea</i> L.	Ψ	Гк-П	Кст	Луг.-Степн.	Кс.Мез.	+	
<i>Serratula wolffii</i> Andrae	Ψ	Гк-р,П	Кст	Луг.-Лесн.	Мез.	+	
<i>Sonchus arvensis</i> L.	Ψ	Г-П	Дк	Сорное	Мез.		
<i>Taraxacum officinalis</i> Wigg.	Ψ	Гк-р,П	Дст	Луг.	ЭвМез.	+	
<i>Tragopogon orientalis</i> L.	o	Гк-р	Дст	Луг.-Степн.	Кс.Мез.	+	
<i>Tripolium vulgare</i> Nees	Ψ	Гк-р,П	Кк	Сол.-Луг.	Мез.Кс.	+	

Примечание. 2. Продолжительность жизни: o – однолетники, o – двулетники, Ψ – многолетники. 3. Форма и способ перезимовывания: Гк – гемикриптофиты, Х – хамефиты, Г – геофиты, Т – терофиты, П – перезимовывают почками, Пб – побегами, р – розетками листьев, с – семенами, Л – луковичей. 4. Тип корневой системы: Дк – длиннокорневищные, Кк – короткокорневищные, Дст – длинностержнекорневые, Рд – рыхлодерновинные, Пд – плотнодерновинные, Кистк – кистеконевые, Клк – клубнекорневые. 5. Фитогеногипы: Луг. – луговые растения, Луг.-Бол. – лугово-болотные, Луг.-Лес. – лугово-лесные, Луг.-Степн. – лугово-степные, Степн. – степные, Степн.-Луг. – степно-луговые, Сол.-Степн. – солончаково-степное, Кам.-Степн. – каменисто-степное, Песч.-Степн. – песчано-степное, Пуст.-Степн. – пустынно-степное. 6. Экологический тип по отношению к влаге: ЭвМез. – эвмезофиты, ЭвриМез. – эвримезофиты, Мез. – мезофиты, Мез.Кс. – мезоксерофиты, Кс.Мез. – ксеромезофиты, Кс – ксерофиты,

ми травами, восстановление ценозов происходит медленнее. Следовательно, травянистая растительность через процессы демутации путем формирования нескольких последовательно сменяющих друг друга звеньев сукцессионного ряда трансформируется сначала в монодоминантные корневищно-злаковые фитоценозы (кострецовые, пырейные), затем в узкомятликово-кострецовые (пырейные). В южных европейских степях такие фитоценозы могут удерживать господствующее положение в растительном покрове весьма длительное время (Осычнюк и др., 1976). В этом случае разнообразие растительного покрова будет обусловлено орографическими и грунтово-почвенными условиями.

6.2. Характеристика почв и почвенного покрова до введения режима заповедности

И. В. Иванов, Д. В. Манахов, В. Е. Приходько

Начало почвенных и геоботанических исследований на территории Зауралья положено в 1860–1870 гг. экспедициями Русского географического общества, Императорского ботанического сада, Геологического комитета, Академии Наук (Кушниренко, 1975). Изучением почв Юго-Восточного Зауралья в разное время занимались многие ученые (Неуструев, 1916; Горшенин, 1917, 1924, 1955; Винокуров, 1925; Мазыро, 1926; Иванова, 1926; Маландин, 1936; Большев, 1947; Летков, Рожанец, 1949; Татаринов, 1949 и др.). Ими установлено, что почвы южного Зауралья отличаются от восточно-европейских меньшей мощностью профиля, языковатостью и большей гумусированностью поверхностных горизонтов, обусловленными сухим, континентальным климатом региона. Непромывной, реже периодически промывной водный режим определяет господство почв с карбонатно-иллювиальными горизонтами. Широкое распространение щебнистых почв обусловлено останцово-грядовым рельефом с неглубоким залеганием и выходами массивно-кристаллических пород на поверхность (Ливеровский, 1974).

Значительная доля солонцов и солонцовых почв в почвенном покрове Зауралья связывалась многими исследователями с континентальностью климата и составом почвообразующих пород (Летков, Рожанец, 1949). Для заповедника Аркаим подробно изу-

чены солонцовые почвы (Еремченко, 1997, Еремченко, Таранов, 1999). Выявлено наличие 20–22-летних циклов развития почвообразовательных процессов, приводящих к изменчивости свойств этих почв. Диагностированы процессы (дегумификация, засоление–рассоление, карбонитизация–декарбонитизация и др.), формирующие новые характерные признаки горизонтов солонцов и развивающиеся в зависимости от характера земледельческого использования и генетических особенностей солонцов.

Нами проведены детальные исследования почв и структуры почвенного покрова заповедника до введения заповедного режима (Иванов, Манахов, 1999, 1999а; Приходько и др., 2012 и др.). Для этого обследовано более 170 разрезов и составлены четыре комплексных профиля, пересекающих заповедник в разных направлениях, общей длиной 16,4 км (рис. 9–рис. 13). При их прокладывании почвенные исследования сопровождалось ботаническим, геологическим и геоморфологическим изучением территории. Профиль I пересекает долину р. Б. Караганка выше впадения в нее р. Утяганка. Он имеет протяженность 5,4 км, включает в себя все геоморфологические элементы, встречающиеся на территории заповедника, и состоит из 26 разрезов. Профиль II проходит через долину р. Утяганка выше впадения ее в р. Б. Караганка, простирается на 5 км, насчитывает 20 разрезов. Профиль III проложен по склону мелкосопочника параллельно правому берегу р. Б. Караганка и вскрывает в основном почвы на древних корях выветривания (протяженность – 4,6 км, количество разрезов – 26). Изучение этого профиля дало возможность впервые установить широкое распространение на данной территории почв, развитых на мезозойских корях выветривания каолинового состава, и уточнить границы их распространения. Профиль IV (протяженность 1,4 км, количество разрезов – 8) заложен для изучения почв долинообразного понижения с абсолютными высотами 358–380 м, заполненного неогеновыми и неоген-четвертичными глинами и суглинками. Изучение профилей заповедника позволило выявить разнообразие почв, биоценозов, почвообразующих пород, сложную структуру почвенного покрова и основные особенности его пространственного распределения.

На территории заповедника выделено 6 генетических групп почвенного покрова (Иванов, Манахов, 1999): денудационные и

аккумулятивно-денудационные поверхности мелкосопочника, денудационно-аккумулятивные, аллювиально-озерные, пойменные и долинно-ложбинные ареалы. Ниже приведена характеристика почв и почвенного покрова этих поверхностей.

I. Почвенный покров денудационной поверхности мелкосопочника (340–400 м над ур. м.). В местах выхода кислых пород (риолитов, липаритов) сформировались гряды, денудационные останцы и гребни. В ареалах обнажения основных пород (базальтов) гряды перемежаются с понижениями, занятыми овражно-балочной сетью и заполненными делювием. Почвенный покров представлен неполноразвитыми почвами (таблица 18, таблица 19): черноземами и лесными почвами. Они характеризуются малой мощностью (25–50 см), большим запасом гумуса, сильной щебнистостью (40–60%), хорошей оструктуренностью, легко- и средне-суглинистым гранулометрическим составом (таблица 20, рис. 14, рис. 15). Физической глины и, особенно, ила в этих почвах очень мало вследствие слабого развития почвообразовательного процесса и выдувания сильной ветровой эрозией. В этих почвах отмечается высокое содержание фракции среднего песка – признак «молодости» почвы (Соколова, Смирнова, 1965).

Неполноразвитые черноземы формируются на денудационных поверхностях под степной растительностью. В этих почвах запасы CaCO_3 невелики, карбонатные кутаны обнаружены на нижних гранях щебня. Карбонаты накапливаются в почве в основном в результате эолового отложения и биогенной аккумуляции. Количество легкорастворимых солей и гипса в черноземах неполноразвитых незначительно. При укороченном гумусовом профиле данные почвы характеризуются более высоким содержанием гумуса в мелкоземе верхних горизонтов, чем полнопрофильные черноземы. Его состав фульватно-гуматный, степень гумификации средняя. В данных почвах среди гумусовых кислот велика доля третьей фракции, прочно связанной с глинистыми минералами (рис. 16, рис. 17).

Неполноразвитые лесные почвы диагностируются под лиственнично-березовыми лесам на склонах мелкосопочника. Отличительными их особенностями являются слабокислая реакция среды и быстрое уменьшение с глубиной величины ЕКО, содержания

Таблица 18. Свойства степных почв заповедника Аркаим

Горизонт	Глубина, см	pH вод.	Обменные катионы, мл-моль/100 г				CaCO ₃ , %	Фракции, %		Плотность сложения, т/м ³
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	Сумма		<0,01 мм	<0,001 мм	
Чернозем обыкновенный на неоген-четвертичных породах, пашня, р. 6										
PU	0-18	7,3	35	12	0,2	47	2	36	15	1,25
AU/BC	18-38	7,9	28	10	0,3	39	1	48	25	1,57
BC	54-75	8,4	17	18	1,3	37	1	59	36	1,67
Cca	75-110	8,7	17	22	2,8	42	12	56	26	1,7
Чернозем обыкновенный солонцеватый солончаковатый на каолиновой глине, пастбище р. 44										
АО	0-5	6,8	24	17	1,8	43	0	43	9	0,95
AU	5-18	7,0	22	19	2,0	43	0	54	21	1,17
AU/BCA	18-30	7,2	26	9	2,1	37	4	54	16	1,58
BCs	50-80	7,2					1	43	8	1,50
Cs	100-150	6,9	12	12	2,2	26		44	11	1,40
Чернозем южный средне солонцеватый на неоген-четвертичных породах, пашня, р. 18										
PU	0-26	7,8	64	15	3,2	83	4	47	20	1,35
AU/BCA	26-50	8,1	42	7	3,4	53	10	51	28	1,46
BCA	50-95	8,5	20	16	3,4	40	20	58	30	1,53
BCAns	120-140	8,6						55	31	1,50
Cns	140-165	8,0						47	18	1,54
Черноземно-луговая почва на неоген-четвертичных отложениях, пастбище, р. 31										
AU	0-25	6,4	44	0,6	0,3	45	1	22	2	1,38
AUB	25-40	6,3	28	0,6	0,2	29	1	39	5	1,50
B	40-55	6,6	14	1	0,2	16	0	39	7	1,57
BC	55-70	6,9	14	1	0,2	15	0	34	10	1,65
Чернозем неполноразвитый слабосолонцеватый на базальтовом элювии, пастбище, р. 49										
AU	0-12	6,5	44	8	1,2	53	0,1	32	12	
AUB	12-24	7,1	36	10	1,3	47	0,1	35	19	
BC	24-50	7,8	32	12	1,5	46	10	17	14	
Солонец гидроморфный мелкий на неоген-четвертичных породах, пастбище, р. 20										
AU	0-8	7,6	42	10	3,1	55		48	12	1,40
BSNth	15-29	8,1	32	20	3,3	55		58	25	1,47
BMKth	30-66	8,4	24	14	2,5	41		61	27	1,45
BCAthg	66-96	8,8	36	17	3,7	47		76	40	1,49

Пустая графа – не определено.

Таблица 19. Структурные показатели верхнего горизонта почв заповедника Аркаим, $n = 1-4$

Почва, вид использования	Коэффициент структурности	Сухое просеивание, агрегаты 0,25–10 мм	Водопрочные агрегаты > 0,25 мм
Чернозем обыкновенный, пастбище	1,9	66	73
Чернозем обыкновенный, пашня	1,7	63	51
Чернозем обыкновенный на каолиновые глинах, пастбище*	1,1	53	44
Чернозем неполноразвитый на каолиновые глинах, пастбище	0,9	49	44
Черноземно-луговая, пашня	2,0	67	52
Луговая, пастбище	2,3	70	
Лугово-болотная, пастбище	1,3	57	46
Аллювиально-дерновая, пастбище	3,3	77	67
Лесная неполноразвитая, лес	3,0	75	57

* Почвообразующие породы других почв даны в тексте статьи.

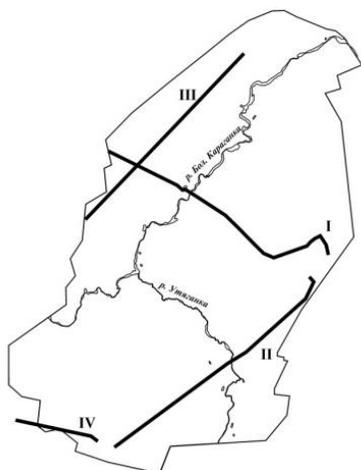


Рис. 9. Схема комплексных ботанико-почвенно-геолого-геоморфологических профилей в заповеднике Аркаим.

Таблица 20. Свойства лесных почв заповедника Аркаим

Горизонт	Глубина, см	рН вод.	Обменные катионы, мл-моль/100 г				Фракции, %		Плотность сложения, т/м ³
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al	Сумма	<0,01 мм	<0,001 мм	
Серая лесная неполноразвитая почва на элювии липаритов, лес, р.9									
АО	0-4	6,2	40	10		50	24	3	0,95
АУ	4-10	5,9	24	9	0,2	33	50	18	1,05
ЕВ	10-20	5,5	13	4	0,6	18	27	4	1,05
В	20-35	5,9	12	5	1,0	18	22	3	1,41
ВС	35-50	6,2			1,8		15	2	1,44
Солодь лесная на элювии липаритов, лес, р. 8									
AU	0-15	5,5	33	9	0,2	42	47	16	1,00
EL	15-28	5,2	17	4	1,2	23	54	20	1,36
EL	28-42	4,8	10	5	1,4	16	56	17	1,50
BT	42-68	4,3			1,2	24	64	25	1,62
BC	68-100	4,3					55	25	1,62
С	100-120	4,4					42	18	1,62
Болотно-луговая почва на неоген-четвертичных породах, залежь, р. 3									
Н	0-20	6,0	22	6		28	39	9	1,05
Hg	20-40	5,9	14	2		16	53	14	1,16

обменного кальция и гумуса. Их профиль характеризуется насыщенностью поглощающего комплекса, которая может достигать 47%. В составе гумуса преобладает лабильная фракция гуминовых кислот и фульвокислот.

Малая мощность неполноразвитых почв обусловлена, прежде всего, особенностями породы: малой мощностью щебнистого элювия и элювио-делювия плотных изверженных пород, близостью обломочного материала, смывом мелкозема.

Солоди степные и болотные образуются в ложбинах при дополнительном увлажнении снеговыми водами. Болотные солоды встречаются под лесной растительностью в условиях избыточного увлажнения. Солоды характеризуются резко дифференцированным профилем, кислой реакцией, высокой обменной и гидролитической кислотностью, небольшой величиной ЕКО, наличием обменного Na. В верхнем горизонте солоды содержит 8–11% гумуса, в осолоделом – меньше 1%. В составе гумуса солодей в отличие

← **Рис. 10.** Профиль I через р. Б. Караганка. Условные обозначения. Формы рельефа: I – *Денудационные поверхности* (Pg–N): Ia – останцы, гряды, склоны, выровненные поверхности, прорезанные микро- и мезоложбинами; Ib – склоны северной экспозиции с микро- и мезоложбинами; II – *Аккумулятивно-денудационные поверхности* (Pg–N): IIa – склоны, прорезанные ложбинами, IIb – выположенные участки склонов, IIc – межсочные седловины; III – *Денудационно-аккумулятивные поверхности* (N2–Q): IIIa – верхние пологие части склонов, прорезанные ложбинами, IIIb – нижние части склонов, прорезанные ложбинами, IIIc – долинообразные понижения; IV – *Аллювиально-озерные поверхности*: IVa – пологие склоны: мезоводораздельные гряды, мезосклоны и ложбины, IVb – выровненные участки с ложбинами; V – *Пойменные поверхности*: Va – бугорки с межбугорковыми понижениями и ложбинами, Vb – ровные участки с понижениями, Vc – устья крупных ложбин и балок, Vd – сухие старицы и пристаричные понижения; VI – *Долинно-ложбинные поверхности* (Q): VIa–Ve – ложбины разной длины, глубины и ширины и площади водосборов. Геологические периоды: Q – Четвертичный, N – Неоген, Mz – Мезозой, C – Карбон, D – Девон, S – Силур. Почвообразующие породы: a – аллювий, d – делювий, e – элювий изверженных пород, p – пролювий. ГП – изверженные породы, KB – каолиновые коры выветривания. Растительные сообщества: 1 – бедные каменистые полынно-типчаковые и типчаково-тырсовые, 2 – овсцовые и 3 – коржинскоковыльные степи; 4 – лиственнично-березовые леса, травяные со степной вишней; 5 – солонцовые полынно-тырсовые, 6 – полынно-типчаковые, 7 – степи, залежи сорняков, 8 – луговые степи, остепненные луга, 9 – разнотравно-красноковыльковые степи, 10 – невскоячменные и пойменные луга, 11 – кермеково-колосняковые и колосняково-белополынные, 12 – заросли осоки, тростника, рогоза. Почвы: *черноземы*: Чн – неполноразвитый, Чо – обыкновенный; Чю – южный, Чл – лугово-черноземная; Лч – черноземно-луговая; Л – луговая, Бл – лугово-болотная; *солонцы*: Сна – автоморфный, Снг – гидроморфный; Сл – солончак; Ад – аллювиально-дерновая; Ал – аллювиально-луговая, Сд – солодь; Лн – лесная неполноразвитая; сн – солонцеватая, к – карбонатная.

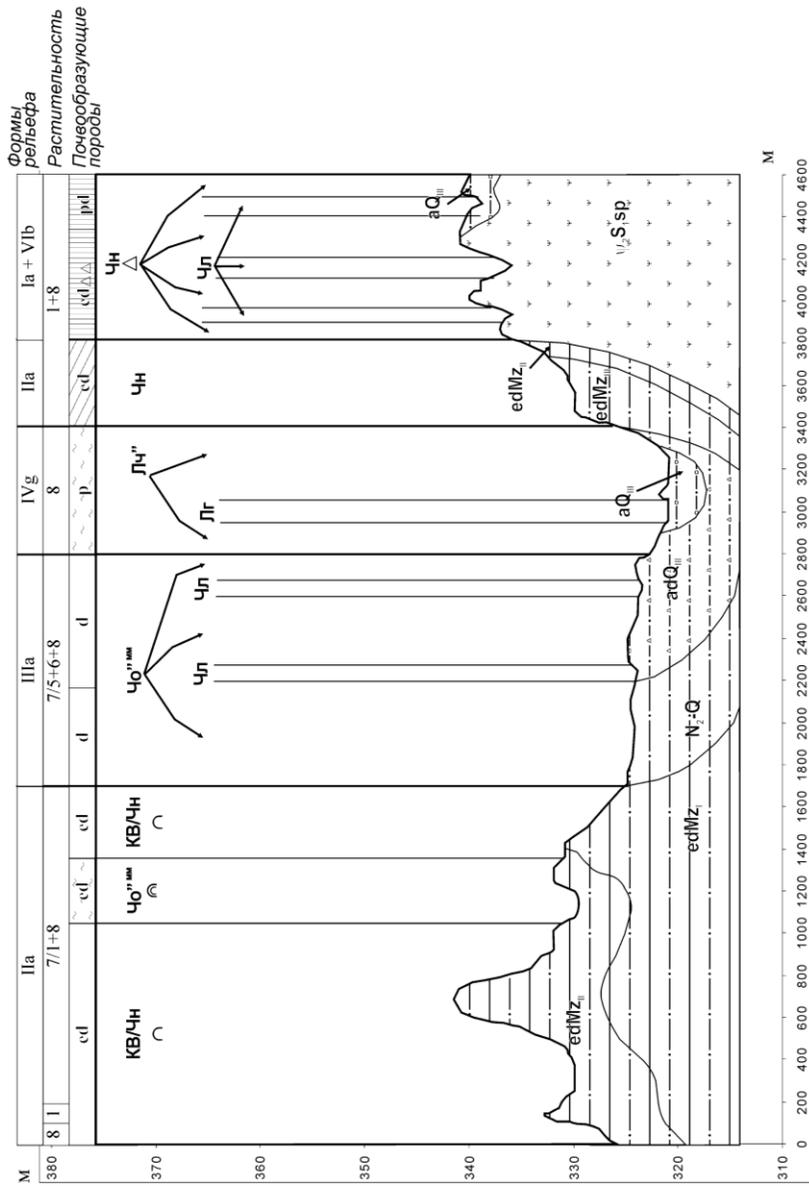


Рис. 12. Профиль III через поверхности, занятые мезозойскими каолиновыми переотложенными корами выветривания.

Таблица 21. Состав солей засоленных почв заповедника

Горизонт	Глубина, см	Сумма солей, %	ммоль/100 г почвы							
			CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K
Солонец луговой гидроморфный мелкий солончаковый на четвертичных отложениях, пастбище, разр. 20										
AU	0–8	0,4	0	1,6	1	6	1,6	0,8	0,3	–
BSNth	15–29	3,7	0	1,1	30	56	18	84	3,7	–
BMKth	30–66	3,4	0	0,8	31	44	6	90	3,3	–
BCAthg	76–96	2,6	0	0,6	25	32	4	70	2,6	–
[AUg]	96–120	1,9	0	0,8	18	24	2	54	1,9	–
[Bg]	120–140	1,1	0,1	1,2	10	12	1	32	1,1	–
Солончак глеевый хлоридный, на аллювиальных глинах и суглинках, пастбище, разр. 35										
S	0–8	5,6	0	0,6	66	52	13	20	76	0,12
Sg	8–22	2,4	0	1,1	25	24	1,4	3	37	0,03
BGs	22–24	2,2	0	0,9	25	22	1,4	3	35	0,01
Gs	70–120	1,3	0	0,8	15	12	1,4	2	20	0,02
Солончак глеевый сульфатно-хлоридный на аллювиальных глинах и суглинках, пастбище, разр. 36										
S	5–31	1,2	0,5	1,7	10	14	1,4	1,2	18	0,03
BCAg,s	51–61	0,9	0,5	1,4	8	10	0,8	0,6	14	0,01
BG	68–81	0,1	0,3	1,2	0,4	1,2	0,4	0,2	2,2	0,01
G	143–165	0,1	0	1,2	0,4	0,6	0,6	0,2	1,6	0,02
Чернозем южный среднemosный среднесолонцеватый глубокозасоленный, на неоген-четвертичных отложениях пашня, разр. 18										
PU	0–26	0,1	0	0,8	0,1	1,4	1,2	0	0,9	–
BCA	50–95	0,1	0,1	1,1	0,2	1	0,6	0,2	1,4	–
Cca,s	120–140	1,5	0	0,6	2,2	40	20	10	7	–
	140–165	0,9	0	1,0	5,8	16	4	8	8	–
Чернозем обыкновенный среднemosный слабосолонцеватый солончаковатый тяжелосуглинистый на каолиновой глине, пастбище, разр. 44										
AO	0–5	0,1	0	0,5	0,2	2	0,4	0,2	1,2	–
AU/BCA	18–30	0,5	0	0,6	6,5	3	3	3	5,8	–
BC	50–80	2,6	0	0,5	30	28	32	22	17	–
C	100–150	0,8	0	0,3	12	3	4	7	8	–

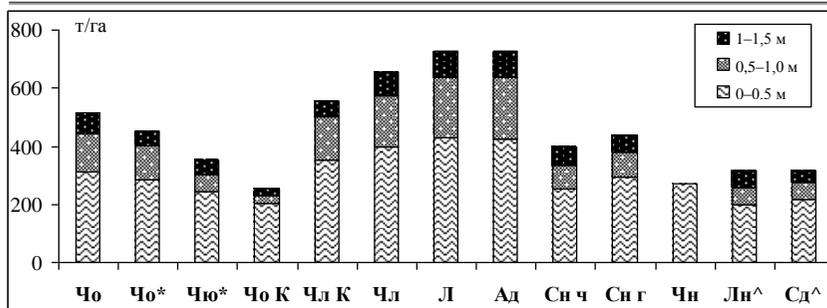


Рис. 14. Запасы гумуса в почвах заповедника Аркаим.

от других почв заповедника велика доля ФК1а, выделяемой кислотой при декарбонизации почв. Верхние элювиальные горизонты этих почв содержат 1,5–2,3 раза меньше илистой фракции и в 2,3–3,3 раза меньше обменных оснований по сравнению с иллювиальными горизонтами. В иллювиальной толще обильно встречаются железо-марганцевые конкреции, образование которых обусловлено сильным переувлажнением в отдельные периоды. Болотные солоды отличаются от степных солодов большими запасами гумуса и величиной ЕКО и меньшим содержанием обменного Na. В составе гумуса преобладает лабильная фракция гуминовых кислот и фульвокислот.

Малая мощность неполноразвитых почв обусловлена, прежде всего, особенностями породы: малой мощностью щебнистого элювия и элювио-делювия плотных изверженных пород, близостью обломочного материала, смывом мелкозема.

Солоды являются продуктом глубокого рассолонцевания полугидроморфных и гидроморфных солонцов и солонцеватых почв с замещением в их верхних горизонтах обменного натрия на водород в условиях промывного или интенсивного периодически промывного водного режима, при котором происходит пептизация и частичное разрушение почвенных коллоидов, возрастает подвижность гумуса и тонких минеральных фракций (Гедройц, 1926, 1928). Обычно, осолодение сочетается с оглеением, которое увеличивает подвижность полуторных оксидов и усиливает процесс дифференциации веществ в почвенной толще (Классификация..., 1977).

Н.И. Базилевич (1967) считает, что формирование солодей – результат двух взаимно противоположных процессов: периодического осолонцевания за счет слабощелочных восходящих растворов и последующего промывания почвенной толщи растворами подвижных перегнойных и органических кислот и их солей. Кроме того, важным условием образования солодей является бессточность, типичная для западных ландшафтов. При наличии дренажа в рамках эрозионной сети, как в нашем случае, «явления периодического осолонцевания почв значительно ослабевают (пока полностью не исключаются!). Напряженность процессов осолодения падает, и главенствующее значение приобретают процессы почвообразования, свойственные условиям травянистого листового леса. В этих случаях по солодам будут формироваться серые лесные осолоделые почвы» (Базилевич, 1967, с. 54).

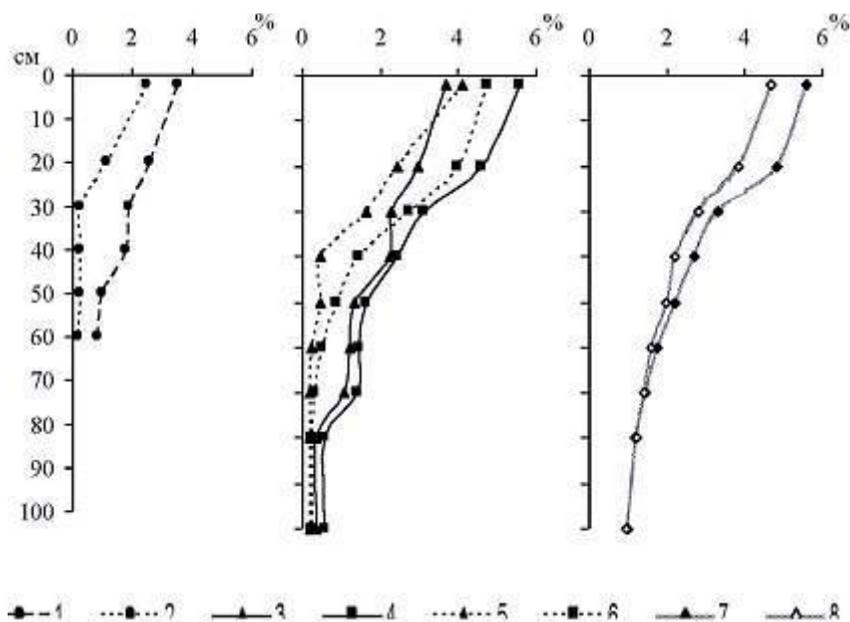


Рис. 15. Содержание углерода в почвах заповедника, развитых на разных породах: на элювии липаритов: 1 – Чн; на каолиновых глинах: 2 – Чн, 5 – Чо, 6 – Чл; на иллит-монтмориллонитовых суглинках: 3 – Чо, 4 – Чл, 7 – Л; на аллювиальных породах: 8 – Ал; $n = 5-15$.

II. Почвенный покров аккумулятивно-денудационных поверхностей (350–370 м над ур. м.) со слабо- и полносформированными черноземами и солонцами. Почвы развиваются на переотложенных мезозойских корах выветривания и неогеновых глинах и суглинках.

Почвы на каолиновых корах выветривания. Особенности каолиновых пород наследуются почвами, формирующимися на них. Обедненность каолиновых глин обменным кальцием и отсутствие карбонатов, а также относительно небольшая продукция биомассы ограничивают развитие почв. Особенности этих почв также обусловлены медленным формированием на поверхностях с большой скоростью денудации и плохими фильтрационными свойствами. Обыкновенные черноземы, развитые на этих отложениях, обычно маломощные, слабощелочные, тяжелосуглинистые. Они имеют слабую оструктуренность, небольшое абсолютное количество об-

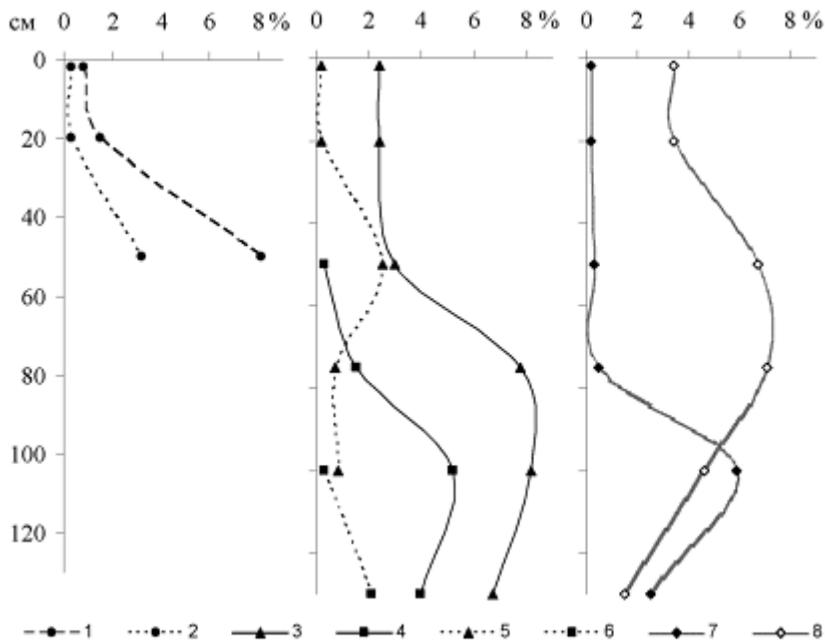


Рис. 16. Содержание CaCO₃ в почвах заповедника, развитых на разных породах; *n* = 3–7. Условные знаки см. рис. 15.

менного натрия, но высокое относительное его содержание из-за небольшой величины ЕКО (таблица 18).

Для их профиля также характерно наличие висячих карбонатных, гипсовых и солевых горизонтов; карбонатные новообразования представлены пятнами. Образование карбонатных горизонтов в почвах на древней коре выветривания, лишенной карбонатов, – явления вторичное. Оно связано с биогенной аккумуляцией и частичным привносом на поверхность почвы кальция атмосферными осадками, которые в аридных условиях обогащаются гидрокарбонатами кальция, за счет растворения веществ, поднятой вверх пыли (Глазовская, 1964, 1967). Возможен и эоловый привнос частиц, содержащих карбонаты, а также соли. Максимум содержания гипса и легкорастворимых солей (до 2,5–3%) приурочен к гор. ВС, тип засоления – сульфатно-хлоридно-натриевый (таблица 21).

В этих почвах содержание органического вещества быстро убывает с глубиной, его запасы невелики. Его состав – гуматно-фульватный или гуматный (С гк/С фк 1,3–2,2), степень гумификации высокая в гор. А (до 40%) и уменьшается до 23% вниз по профилю. В составе гумуса черноземов на каолиновых породах в отличие от черноземов на гидрослюдисто-монтмориллонитовых суглинках меньше доля гумусовых кислот второй фракции и больше – ГК1 и ФК1. Это свидетельствует о большей лабильности гумуса первых почв по сравнению со вторыми.

Почвы на неогеновых глинах и суглинках. Эти отложения образовались, главным образом, за счет размыва древних кор выветривания. Выположенные участки склонов и межсочные седловины характеризуются крайне слабой дренированностью. На склонах такого типа эрозия и аккумуляция не отмечаются. На выположенных участках склонов почвенный покров представлен обыкновенными черноземами маломощными карбонатными слабо- и среднесолонцеватыми и засоленными, а также черноземными солонцами. Седловины представляют зоны аккумуляции ила и солей. Здесь распространены мелкие и средние черноземные солончаковые солонцы. В составе солей преобладают сульфаты и хлориды.

Черноземные солонцы автоморфные и гидроморфные часто встречаются в заповеднике. Автоморфные солонцы образуют

комплексы с черноземами в местах близкого залегания засоленных третичных глин. Велико варьирование мощности их гумусового горизонта (от 5 до 20 см), глубины залегания солей, степени и химизма засоления. Емкость катионного обмена солонцов высокая, содержание обменного натрия достигает 15–30% от ЕКО и Mg^{2+} – 40–45% от ЕКО. Их профиль дифференцирован по содержанию ила и физической глины. Для них характерна слабощелочная реакция, карбонатность с поверхности, неглубокое залегание легкорастворимых солей, состав солей водной вытяжки сульфатно-хлоридный, среди катионов преобладает натрий. Сильная засоленность современных автоморфных солонцов обусловлена реликтовыми запасами солей, накопившимися в прошлые эпохи (Еремченко, 1997).

Они содержат 3–5% органического вещества в верхнем горизонте и до 2–2,5% – в солонцовом. Состав органического вещества гор. А1 гуматный с преобладанием среди гуминовых кислот фракции, связанной с кальцием. В солонцах среди ФК доминирует первая фракция и велика доля третьей фракции, прочносвязанной с минералами.

Рассматриваемые солонцы черноземные можно считать древнегидроморфными почвами, они представляют собой стадию остепнения гидроморфных солонцов и в настоящее время развиваются при отрыве от грунтовых вод. О стадии остепнения свидетельствует карбонатный профиль солонцов с максимумом $CaCO_3$ в подсолонцовом горизонте и резким убыванием их содержания вниз по профилю. Подобный характер распределения карбонатов отмечен И.Г. Побединцевой (1975) для автоморфных солонцов Орского Зауралья.

III. Почвы денудационно-аккумулятивных поверхностей (320–360 м над ур. м.), развитые на неоген-четвертичных делювиальных глинистых и суглинистых отложениях гидрослюдисто-монтмориллонитового состава. Эти поверхности представлены долинообразными понижениями и озерно-делювиальной равниной, для которой характерно чередование невысоких холмов и гряд и неглубоких ложбин и балок. Хорошая водопроницаемость и оструктуренность и большая влагоемкость почвообразующих пород, высокая продуктивность растительности благоприятны для почвообразования. Почвенный покров пред-

ставлен полнопрофильными обыкновенными и южными черноземами. В верхней части озерно-делювиальной равнины отмечается неглубокое залегание остаточного засоленных неогеновых глин. Здесь типично сочетание черноземов обыкновенных маломощных карбонатных и солонцов.

Обыкновенные черноземы залегают на выровненных поверхностях с уклонами менее 5°. Среди них преобладают маломощные среднегумусные незасоленные и несолонцеватые, различного гранулометрического состава. Реже встречаются средне-мощные разности, иногда формируются слабо- и среднесолонцеватые черноземы обыкновенные. Для исследованных черноземов характерна языковатость. Эта особенность зауральских черноземов, отличающая их от восточно-европейских, отмечалась всеми учеными, исследовавшими данные почвы. Слабее она выражена в супесчаных почвах. Слоистый характер толщи благоприятствует четкому выделению трещин. Они прослеживаются на глубине 0,5–2 м, их ширина составляет 5–10 см. Трещины заполнены материалом из вышележащего слоя, отличающегося от вмещающего их горизонта большей гумусированностью, оструктуренностью и меньшей плотностью. Отмечается формирование 2–3 генераций гумусовых языков по былым трещинам. Более древние гумусовые языки имеют коричнево-серую окраску, более молодые – темно-серую. Их возникновение, вероятно, связано с мерзлотным растрескиванием пород перигляциальной эпохи позднего плейстоцена и плейстоцена-голоцена (Хотинский, 1977).

В обменном комплексе черноземов при преобладании кальция существенную долю составляет магний. Это исследователи связывают с палеогидроморфизмом (О почвах Урала..., 1962). Углекислые соли черноземов представлены белоглазкой, пятнами и тонкодисперсной формой, пропитывающей почвенную массу. Характер карбонатного профиля черноземов изменяется в зависимости от условий мезорельефа. На мезоводораздельных гривках мощность выщелоченного слоя составляет 40 см, в ложбинах – 60–80 см. На склонах сопок формируются карбонатные и солонцеватые черноземы. Это обусловлено тем, что большая часть осадков стекает со склонов, не впитываясь в почву, а преобладающие восходящие водные потоки приносят углекислые соли к поверхности. Также к уве-

личению окарбоначивания черноземов приводит денудация поверхности в результате эрозии, особенно на пашне.

Для черноземов обыкновенных характерна малая мощность гумусового профиля. Содержание гумуса в верхнем слое глинистых и суглинистых разновидностей на пашне составляет 4,3–5,6%, на пастбище оно на 1% выше. Количество гумуса резко убывает до 0,7–1,2% в гор. В. Органическое вещество данных черноземов характеризуется высокой степенью гумификации (до 44%), его состав гуматный или фульватно-гуматный (С гк/С фк 1,1–2,8). Меньшее значение этого показателя отмечается в солонцеватых черноземах. Среди гумусовых кислот доминирует вторая фракция.

Южные черноземы на территории заповедника встречаются редко. Обычно это среднемощные среднегумусные глубокозасоленные слабо- и среднесолонцеватые почвы. По многим свойствам они близки к черноземам обыкновенным. Отличаются от них наличием гипсового горизонта, худшей водопрочностью агрегатов, большей выраженностью солонцеватости и засоленности. Южные черноземы заповедника могут быть реликтами эпох аридизации, сохранившимися в сравнительно неблагоприятных условиях при близком залегании засоленных и загипсованных плиоценовых глин.

IV. Полнопрофильные черноземы и солонцы четвертичных аллювиально-озерных поверхностей (310–320 м над ур. м) в долинах рек Утяганка и Б. Караганка, развитые на аллювиально-делювиальных глинах и суглинках. Это плоские, местами полого наклонные равнины. Их топография осложнена наличием отдельных останцов коренных пород и западин карстового происхождения. Почвенный покров аллювиально-озерных равнин отличается от почвенного покрова денудационно-аккумулятивной поверхности большим участием солонцов и луговых почв. Почвы имеют разный гранулометрический состав: от супесчаного до глинистого и по свойствам близки к вышеописанным почвам.

V. Пойменные поверхности (307–314 м над ур. м) с аллювиальными почвами, гидроморфными солонцами и солончаками на аллювиальных глинах и суглинках. Микро- и мезорельеф пойменной поверхности – эрозионно-аккумулятивный, связанный с динамикой паводков. Это определяет высокую степень контрастности почвенного покрова пойм. На бугорках развиваются

ся гидроморфные солонцы и солонцеватые аллювиальные почвы; в межбугорковых понижениях распространены аллювиально-луговые почвы и реже гидроморфные солончаки. Комплексность почвенного покрова уменьшается на ареалах, в которых почвы развиты на породах супесчаного гранулометрического состава. На этих пространствах исчезают солонцы и засоленные почвы (лево-бережье р. Б. Караганка). Кроме того, в пойме встречаются пятнисто-дигрессионные комплексы гидроморфных солонцов и солончаков, образовавшиеся в результате перевыпаса. В центральной заболоченной части поймы р. Утяганка встречаются аллювиально-болотные и лугово-болотные почвы. Для всех почв пойм характерна та или иная степень сульфатно-хлоридного засоления.

Аллювиальные почвы. Для них характерны слоистость, слабощелочная или щелочная реакция среды, большое разнообразие по гранулометрическому составу, при преобладании тяжелосуглинистых разностей. Нередко в этих почвах встречаются признаки оглеения. Почвы имеют высокое содержание гумуса в верхних горизонтах, резкое (для аллювиально-дерновых) и более плавное (для аллювиально-луговых почв) его убывание вниз по профилю. В аллювиально-дерновых почвах отмечается большой запас гумуса по сравнению с другими почвами пойм. При большом разнообразии по степени засоленности и хлоридно-сульфатном составе водной вытяжки в аллювиальных почвах велика доля ионов HCO_3^- . Распределение солей по профилю свидетельствует о выпотном водном режиме. В формировании аллювиальных почв главную роль играют аллювиальный и дерновый процессы.

Солонцы луговые развиваются в поймах рек под влиянием минерализованных грунтовых вод. Гидроморфные солонцы отличаются от автоморфных близким залеганием к поверхности карбонатных, гипсовых и солевых горизонтов, большим содержанием гумуса, меньшим количеством ГК и большей величиной отношения C гк/С фк (2,5–3,0). Легкорастворимые соли представлены хлоридами и сульфатами натрия и магния. В нижней части профиля иногда наблюдается увеличение содержания C орг , приуроченное к гумусовым горизонтам погребенных почв, которых может быть несколько.

Солончаки гидроморфные (глеевые) образуют среди солонцов участки небольшой площади, приуроченные к микропониже-

ниям. Для них характерны слабощелочная реакция, большое содержание легкорастворимых солей в верхнем горизонте (до 5,6%), представленных в основном хлоридами. В составе гумуса солончаков ФК преобладают над ГК, среди гумусовых кислот доминирует вторая фракция и велика доля третьей фракции. На глубине 70–130 см в профиле солончаков обнаруживаются признаки оглеения, а в не оглеенной толще местами встречаются ожелезненные прерывистые прослойки.

Лугово-болотные почвы развиваются под заросшими старичными болотами и в замкнутых карстовых понижениях. В них отмечается периодический или постоянный застой влаги. Поверхностный горизонт нередко оторфован, в профиле формируются глеевые горизонты. Лугово-болотные почвы выщелочены от легкорастворимых солей, гипса и карбонатов. Профиль лугово-болотных почв дифференцирован по илу и физической глине, горизонт максимального накопления глины находится на глубине 80–100 см. При ЕКО до 40 мг-экв/100 г почвы почвенный поглощающий комплекс насыщен обменными основаниями (степень насыщенности основаниями в верхнем горизонте не превышает 70%), среди катионов преобладает Ca^{2+} .

Это тяжелосуглинистые, слабокислые, хорошо гумусированные почвы с фульватно-гуматным составом гумуса, значительным количеством лабильных гумусовых кислот и невысоким содержанием негидролизуемых соединений.

VI. Почвенный покров долинно-ложбинной сети с лугово- и лугово-черноземными, черноземно-луговыми и луговыми почвами на аллювиально-пролювиальных глинах и суглинках. На территории заповедника хорошо развита эрозионно-ложбинная сеть. Проводилось разделение ложбин на семь порядков по методу Философова (1975). При этом к первому порядку относились ложбины, в которые не впадает ни одна другая депрессия. При слиянии ложбин одинакового порядка образуется понижение следующего, более высокого ранга. Ложбины 1- и 2-го порядков – самые молодые на территории заповедника, неоднократно меняли свое местоположение. Они распространены на всех типах поверхностей и отражают динамику современного и древнего почвообразования. Почвы, формирующиеся в ложбинах 1- и 2-го порядков, отличаются от фоновых почв в основном более тяже-

лым гранулометрическим составом и большим количеством мелкозема в щебнистых почвах. В большинстве случаев эти почвы определяются как луговато-черноземные.

Расположение ложбин 3-го порядка стабильно. К ним приурочены в основном *лугово-черноземные почвы*. Образование ложбин 4- и 5-го порядков связано с развитием эрозионной сети на территории заповедника. В ложбинах 4-го порядка в условиях значительного дополнительного увлажнения развиваются *черноземно-луговые* почвы. Обычно это мощные почвы, граница гумусового горизонта у них неязыковатая, карбонаты вымыты до гор. ВС. *Луговые почвы* формируются в устьях ложбин 5-го порядка. Эти почвы составляют около 7% площади заповедника. Несмотря на то, что их формирование происходит при сочетании близкого залегания грунтовых вод и затопления поверхностными водами, признаков оглеения в их профиле не обнаружено. К морфологическим признакам, указывающих на их избыточное увлажнение в настоящее и прошедшее время, относятся железистые пятна и мелкие (до 1 мм) железо-марганцевые конкреции, в количествах больших, чем это характерно для окружающих черноземов и почвообразующих пород, а также более плотные новообразования карбонатов (в луговых почвах до журавчиков).

Распределение по профилю карбонатов и легкорастворимых солей может иметь различный характер. Карбонаты обычно выщелочены до подгумусового горизонта. Количество легкорастворимых солей редко достигает 1%. При высокой емкости катионного обмена (до 40 мг-экв/100 г почвы) и преобладании в поглощающем комплексе Ca^{2+} , для этих почв характерно высокое содержание Mg^{2+} (до 27% ЕКО), независимо от содержания Na^+ . Для них характерна некоторая обедненность верхних горизонтов илом, что может быть связано с многократно повторяющимися циклами лугового почвообразования, сопровождающимися процессами слабого засоления–рассоления (Русский чернозем..., 1984).

Для этих почв характерны равномерная окраска гумусового и переходного горизонтов и наличие слабо контрастных и неглубоких гумусовых клиньев; в луговых почвах языковатость, как правило, отсутствует. Их профиль более мощный, они лучше гумусированы (5–6% органического вещества в гор. А) и содержат более высокие запасы органического вещества по сравнению с

черноземами обыкновенными. Это обусловлено пролювиальным накоплением органического вещества и интенсивным гумусонакоплением при высокой продуктивности луговых почв. Состав их органического вещества гуматный или фульватно-гуматный, степень гумификации и содержание ГК2 меньше, а количество ГК1 (до 30%) больше, чем у черноземов. Среди фульвокислот доминирует первая фракция, что свидетельствует о подвижности гумусовых веществ.

Крупные балки: Сосновый лог и Копытин дол являются понижениями 5-го порядка, долины рек Утяганка и Б. Караганка – 6- и 7-го порядков.

Лугово-болотные почвы развиваются в пойме рек под заросшими старичными болотами, а также в блюдцеобразных понижениях озерно-аллювиальной поверхности. В них отмечается периодический или постоянный застой влаги. Поверхностный горизонт нередко оторфован, в профиле формируются глеевые горизонты. Профиль лугово-болотных почв дифференцирован по илу и физической глине, горизонт максимального накопления глины находится на глубине 80–100 см. При высокой емкости катионного обмена (до 40 мг-экв/100 г почвы), почвенный поглощающий комплекс ненасыщен обменными основаниями (степень насыщенности основаниями в верхнем горизонте не превышает 70%), среди катионов преобладает Ca^{2+} .

Они выщелочены от легкорастворимых солей, гипса и карбонатов. Это тяжелосуглинистые, слабокислые, хорошо гумусированные почвы с фульватно-гуматным составом гумуса и значительным количеством лабильных гумусовых кислот.

Таким образом, проведены почвенные исследования территории музея-заповедника Аркаим до прекращения антропогенных нагрузок. Для заповедника выявлены особенности и генезис почв и почвенного покрова, типичных для Зауральского плато, на основании обследования 208 разрезов и четырех ботанико-почвенно-геолого-геоморфологических профилей, пересекающих заповедник в разных направлениях. На его территории выделено шесть генетических групп почвенного покрова: денудационные и аккумулятивно-денудационные поверхности мелкосопочника, денудационно-аккумулятивные аллювиально-озерные, пойменные и долинно-ложбинные ареалы. Они различаются по условиям образования: абсолютным высотам (от 310 до 400 м над ур. м.), составу

(кислые и основные изверженные, каолиновые, монтмориллонит-гидроглистые) и возрасту (от девонских до позднеголоценовых) материнских пород, геоморфологическим поверхностям, формам мезорельефа, растительности (лесная, степная, луговая болотная), геохимическим условиям миграции химических элементов, истории почвообразования. Черноземы занимают 50% площади заповедника, солонцы и засоленные почвы – 32%, черноземно-луговые – 7%, лесные – 1%.

На денудационных поверхностях устойчивость кристаллических пород к выветриванию, хорошая фильтрация и дренированность, а также малые площади водосборных бассейнов приводят к медленной денудации этой поверхности. Это обуславливает малую мощность щебнистых отложений. Профиль неполноразвитых черноземов и лесных почв мелкосопочника может формироваться относительно быстро, а затем он прирастает медленно, сингенетично процессу выветривания кристаллических плотных пород. В данных почвах сохраняется примерное равенство скоростей почвообразования и денудации. Неполноразвитые почвы мелкосопочника содержат больше гумуса под степной растительностью, чем под лесом. Это обусловлено большим поступлением растительного опада в почвы под травянистой растительностью по сравнению с почвами под лесом.

На аккумулятивно-денудационных поверхностях значительная денудация, обедненность мезозойских каолиновых кор выветривания карбонатами и обменным кальцием, а также небольшая продуктивность растительного покрова – причины медленного почвообразования, слабой развитости и оструктуренности формирующихся почв. Расчлененность рельефа в сочетании с плохими фильтрационными свойствами обуславливают развитие денудации – эрозии этих почв. Почвы на каолиновых отложениях по сравнению с почвами на породах монтмориллонит-гидроглистого состава содержат меньше гумуса, обогащены лабильной его фракцией и обеднены фракцией, связанной с кальцием, в результате небольшого его запаса. В целом почвы, развитые на каолиновых корах выветривания, очень специфичны и считаются реликтовыми.

На мезоводоразделах и пологих склонах денудационно-аккумулятивных ареалов обыкновенные черноземы, развитые на неоген-четвертичной глинах и суглинках монтмориллонит-

гидрослюдистого состава, функционируют в наиболее благоприятных условиях. Почвы, развитые в поймах рек, днищах ложбин и логов сформировались за 2–3 тыс. лет синхронно процессам активного образования речного аллювия и ложбинных отложений. Почвы пойм неоднократно засолялись и рассолялись в связи с изменением базиса эрозии, колебаний высоты паводков при изменениях климата.

Засоленные почвы занимают не менее 30% территории заповедника. Они представлены солонцами и солончаками. Их площадь увеличится, если включить в нее черноземы разной степени засоления. Солонцеватость и засоленность почв обусловлены наличием обменного натрия и легкорастворимых солей почвообразующих пород, слабой степенью дренированности территории, в долинах рек также близким залеганием минерализованных грунтовых вод. В гор. В зауральских черноземах иногда отмечается морфологически выраженная солонцеватость, которая может не выявляться химически. Многие исследователи считают ее реликтовой (О почвах Урала..., 1962; Петров, 1967).

Признаком предшествующих гидроморфных этапов почвообразования так же является засоленность глубоких горизонтов черноземов региона, постепенно уменьшающаяся в современных почвенно-климатических условиях.

В слое 0–20 см почв содержится 2,6–5,6% С орг, по его запасам в слое 0–50 см разница между почвами значительна 50–250 т/га. Почвы пастбищ, занимающие 2/3 территории, подверглись сильной дигрессии и отличаются от пахотных аналогов большим содержанием гумуса (на 10–16%) и обогащенностью лабильной фракцией (28–40% от С орг).

Почвы заповедника, как и в целом черноземы Зауралья, отличаются от восточно-европейских почв меньшей мощностью гумусового профиля, большим содержанием гумуса в поверхностном горизонте, хорошо выраженной языковатостью, часто встречающимися засоленностью и солонцеватостью. Эти особенности черноземов региона объясняются сухим континентальным климатом, слабой степенью дренированности территории, наличием солей и обменного натрия в древних переотложенных корках выветривания, служащих почвообразующей породой или залегающих близко к дневной поверхности.

6.3. Изменение почв при переводе в заповедный режим

В. Е. Приходько, Д. В. Манахов, Е. В. Манахова

Исследовались почвы до начала в 1992 г. и через 12 и 18 лет после введения заповедного режима (Приходько и др., 2006; Приходько, Манахов, 2014). Обследовались 208 разрезов. Подробная характеристика почв до прекращения антропогенной нагрузки приведена выше. Целью исследований является мониторинг изменения свойств почв, выявление скорости трансформации различных форм органического вещества, определение микробной биомассы, каталазной активности и базального дыхания почв в условиях заповедного режима.

В почвах бывших пастбищ в заповедном режиме произошли небольшие изменения. На их поверхности образовалась подстилка мощностью до 3 см, а в профиле сформировался дерновый слой мощностью 2–3 см. На поверхности почв бывших пашен появилась подстилка мощностью 7–10 см. Она представлена двумя слоями. Нижний напочвенный слой толщиной 2–3 см состоит из полу- и плохоразложившихся растительных остатков и ветоши. Поверх него образуется второй слой подстилки, который имеет мощность 4–7 см и представляет собой сухие неразложившиеся остатки прошлогодней растительности.

На залежных почвах часто встречаются поселения сусликов и муравейники. На этих участках отмечаются выбросы на поверхность большого количества материала нижних почвенных горизонтов, что приводит к уменьшению содержания гумуса.

Содержание и состав органического вещества почв в заповедном режиме. Проводили исследования наиболее быстро трансформируемых свойств почв при изменении вида использования почв, к ним относится в первую очередь общее содержание С орг и его разных форм. Увеличение содержания С орг слоя 0–20 см исследованных почв после 18 лет заповедного режима составляет 0,5–0,8%, или 14–25 отн. %, или 60–100 г/м² в год (рис. 17, рис. 18). Прибавка С орг почв без антропогенной нагрузки идет с большей скоростью в черноземах по сравнению с лугово-черноземными и лесными почвами и на участках постагроценозов по сравнению с бывшими пастбищами. Следовательно, в заповед-

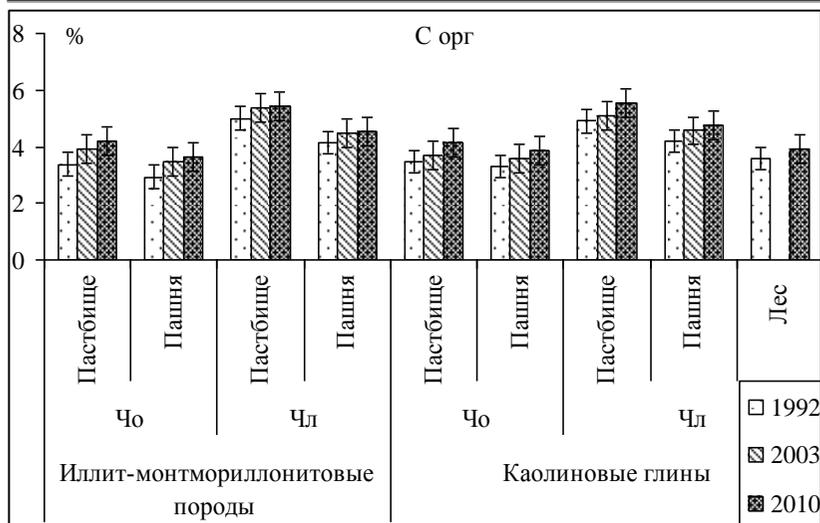


Рис. 17. Содержание и стандартное отклонение С орг почв заповедника в разные периоды.

ном режиме прибавка С орг в большей степени зависит от типа почв и бывшего их использования и меньше – от состава почвообразующих пород. Выявлено, что сохраняются различия в содержании углерода между почвами, ранее используемыми как пашня и пастбище.

Близкие данные получены для черноземов Ростовской области, установлено, что накопление С орг этих почв с большей скоростью происходит в первые 10–20 лет восстановления, затем оно замедляется, и за 77 лет после преобразования пашни в стихийную залежь содержание С орг слоя 0–20 см увеличилось с 2,08 до 2,87%, или на 387 отн. %, или на 30 г/м² в год (Лопес де Гореню и др., 2007). Также показано, что при переводе агроценозов в луговые и пастбищные угодья аккумуляция С орг происходит со скоростью 3–114 г/м² в год и зависит от климатических условий, мощности расчетного слоя почвы и длительности самовосстановления (Post, Kwon, 2000). Накопление органического вещества после вывода пахотных почв из обработки и развития на них луговой или лесной растительности объясняется возрастанием поступления надземной и подземной биомассы, более интенсивным ее переме-

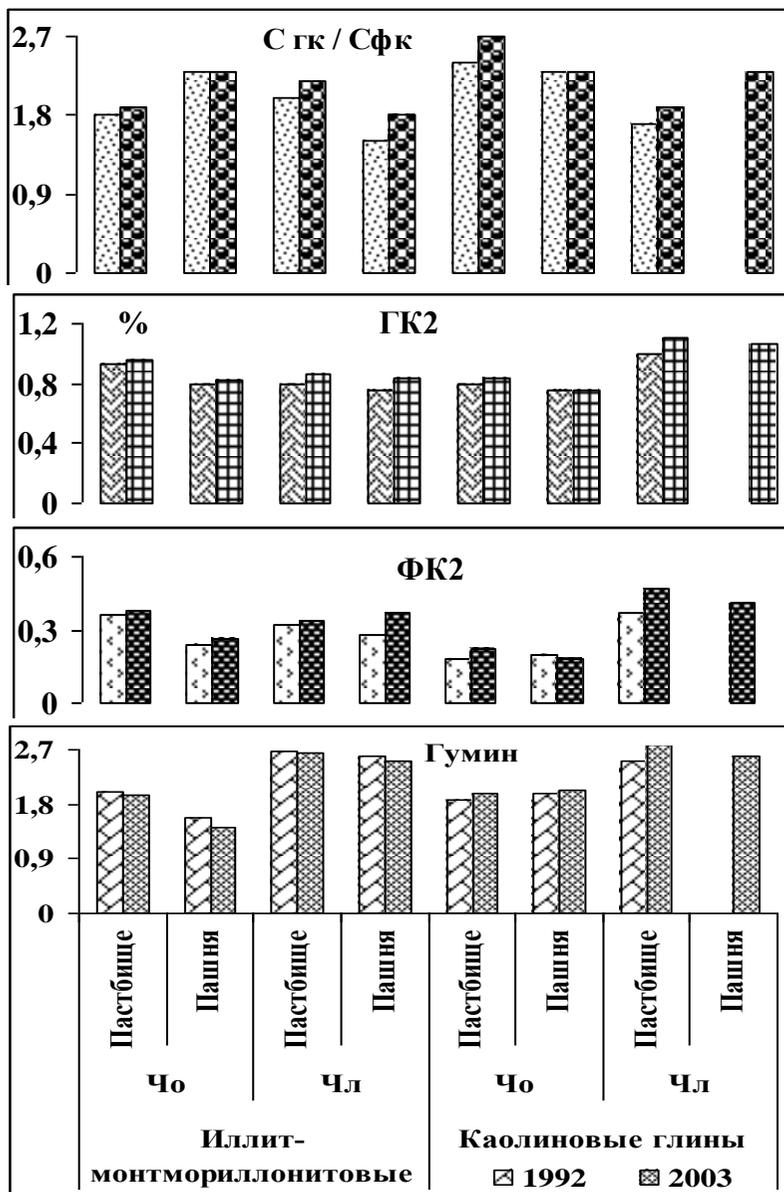


Рис. 18. Фракционно-групповой состав почв заповедника до начала и после 12 лет введения заповедного режима, % от массы почв.

шиванием почвенной фауной, образованием органо-минеральных соединений, играющих протекторную роль в их минерализации (Post, Kwon, 2000; Schmidt et al., 2011).

В исследованных почвах после 12 лет заповедного режима изменение содержания гуминовых кислот, связанных с кальцием, и углерода гумина невелики. Содержание лабильной фракции (С лаб), экстрагируемой 0,1 н. раствором NaOH, возросло с 0,2–0,4 до 0,4–0,7% к массе почв или с 7–11 до 12–20% от С орг после 12 лет самовосстановления (рис. 19). Накопление количества С лаб происходит с большей скоростью в постагрогенных почвах по сравнению с бывшими почвами пастбищ, которые были и остаются более обогащенными С лаб, чем почвы бывшей пашни. Содержание С лаб в количестве 0,3% от массы почв считается оптимальным для пахотных земель (Кершенс, 1992; Когут, 2003).

Легкая фракция органического вещества плотностью $< 1,8 \text{ г/см}^3$ после 12 лет заповедного режима составляет в исследованных почвах 0,6–2,2% углерода к массе почв или 16–37% от С орг (рис. 20). Согласно предложенной шкале диагностики деградации, почвы находятся в хорошем состоянии при содержании углерода легкой фракции более 25% от С орг (Борисов и др., 2004). Часть почв заповедника Аркаим за 12 лет заповедного режима достигла оптимального содержания легкой фракции. Многим постагрогенным почвам требуется более длительное время для реабилитации своего состояния. Отмечается высокий коэффициент корреляции (52–69%) между С орг и количеством углерода легкой и лабильной фракций органического вещества почв.

Лабильная и легкая фракции являются легко трансформируемым органическим веществом почв. В лабильную фракцию входят компоненты новообразованного органического вещества, а также вещества, появившиеся в результате деструкции устойчивых гумусовых кислот (Травникова, 2002; Guggenberger et al. 1995). Согласно обобщенным данным, лабильные гуминовые кислоты имеют следующий элементный состав (ат. %): С 36, Н 41, N~ 3,4, О 20 и отношение С/Н равно 11 (Когут, 2003). Лабильные фульвокислоты по сравнению с лабильными гуминовыми кислотами содержат меньшее количество С и N, большее количество – О, у них больше отношение С/Н. Возраст лабильного гумуса меньше, чем фракции гумуса, связанной с кальцием (Чичагова, 1985).

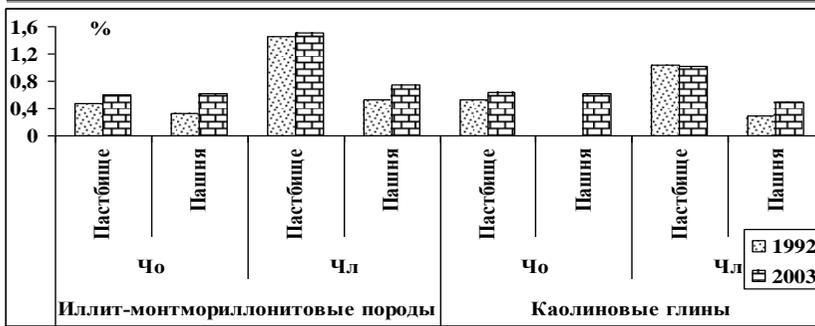


Рис. 19. Содержание углерода лабильной фракции почв заповедника в разные годы, % от массы почв.

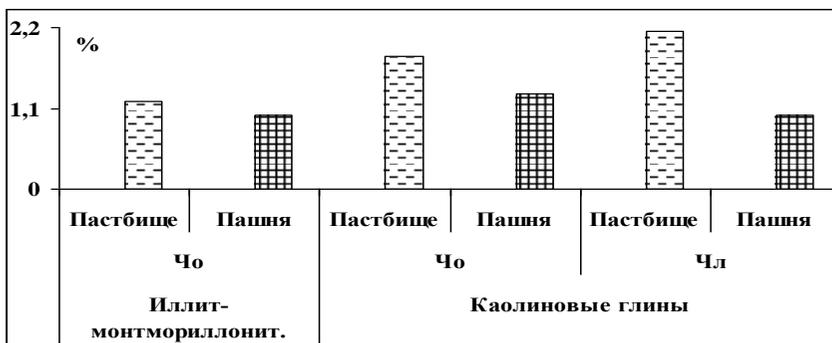


Рис. 20. Содержание углерода легкой фракцией плотностью < 1,8 г/см³ почв заповедника, % от массы почв.

Органическое вещество легких фракций находится в свободном состоянии и химически не связано с глинистыми минералами (Травникова, 2002). Оно состоит преимущественно из легко-разлагаемых растительных, животных и микробных остатков с различной степенью минерализации, а также из углеподобных частиц и высокомолекулярных гумусовых соединений с преобладанием ароматической части в их структуре (Guggenberger et al. 1995). Легкая фракция пахотных почв разных типов характеризуется следующим элементарным составом (ат. %): С 38, Н 37, N~ 2, О 23 и отношением С/Н – 21 (Когут, 2003).

Лабильная и легкая фракции органического вещества обуславливают ферментативную активность почв, жизнедеятельность

микробов и оказывают разрыхляющее влияние на почвенный материал (Когут, 2003; Травникова, 2002; Guggenberger et al., 1995; Schmid et al., 2011).

Каталазная активность почв изучалась после 12 лет заповедного режима. Она важна в процессах превращения вещества и энергии почв, в частности, способствует переработке свежего органического вещества. В почвах бывших пастбищ активность каталазы выше, чем в постагрогенных почвах (рис. 21).

В заповеднике улучшилась среда обитания растений и микроорганизмов, увеличилась продуктивность растений и поступление растительных остатков в почву. Это способствует возрастанию активности каталазы. Отмечается высокий коэффициент корреляции (52–69%) между общим содержанием гумуса и уровнем каталазной активности.

Базальное дыхание и содержание микробной биомассы (С мик) почв определялись в почвах после 18 лет заповедного режима. Углерод микробной биомассы быстро реагирует на все изменения экосистемы. Содержание биомассы микроорганизмов исследованных почв достигает $500 \pm 89 - 785 \pm 150$ мкг/г. Биомасса почвенных микроорганизмов характеризуется наибольшими величинами в черноземно-луговых почвах бывших пастбищ и наименьшими размерами в постагрожерноземах после 18 лет заповедного режима. Отмечаются различия по величине С мик в зави-

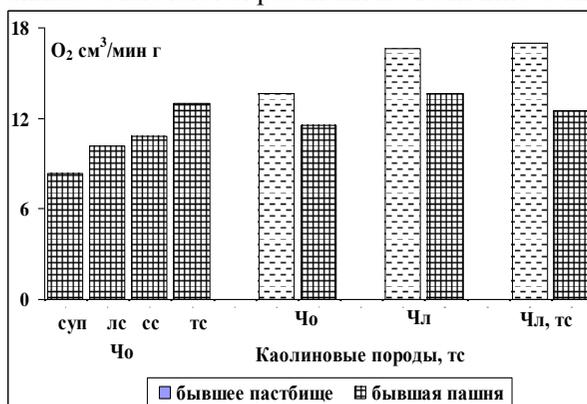


Рис. 21. Каталазная активность почв разного гранулометрического состава после 12 лет заповедного режима.

симости от почвообразующих пород, она меньше в почвах на каолиновых породах по сравнению с почвами, формировавшимися на других породах (рис. 22).

В лесной почве при значительной скорости базального дыхания отмечается среднее содержание С мик. Несмотря на то, что в почве под лесом величина микробной биомассы невелика, но активность микробного сообщества существенна, это способствует интенсивному выделению CO₂, быстрому оборачиванию С орг и не приводит к значительным его потерям. Для почв различных экоси-

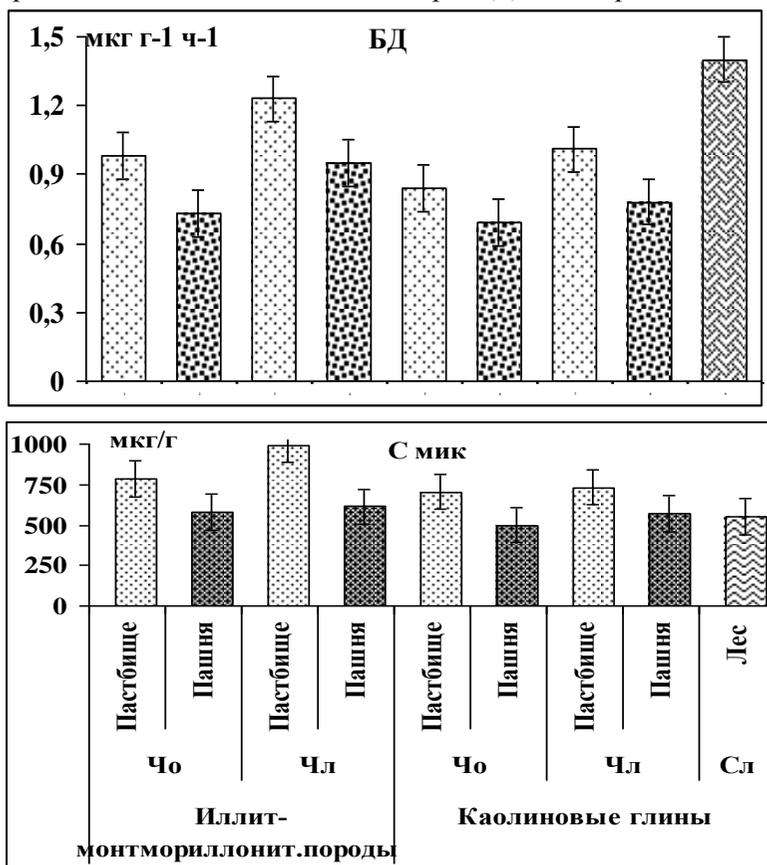


Рис. 22. Величина базального дыхания и микробной биомассы почв после 18 лет заповедного режима.

стем найдена тесная положительная корреляция между содержанием С орг и скоростью базального дыхания, коэффициент корреляции равен 0,72; для почв на разных породах между С орг и С мик – 0,58 и 0,81, между С мик и базальным дыханием – 0,61 и 0,86.

Почвы бывших пастбищ отличаются от постагрогенных большими величинами микробной биомассы и скоростью эмиссии CO₂. Почвы, развитые на каолиновой коре выветривания, по сравнению с почвами на лёссах гидрослюдисто-монтмориллонитового состава илистой фракции, менее обогащены микробной биомассой и имеют близкую к ним скорость базального дыхания.

Коэффициент вариации для слоя 0–20 см почв составляет для С орг 9–19%, для базального дыхания – 12–27%, для С мик – 16–33%. Вариабельность свойств наибольшая в лесных почвах, что объясняется разной глубиной залегания осветленного горизонта, обедненного гумусом. Также размах колебаний свойств больше в постагрогенных почвах по сравнению с бывшими пастбищами.

Отношение С мик/С орг в почвах заповедника колеблется от 1,1 до 1,9. Как правило органическое вещество более насыщено С микробной биомассы в почвах бывших пастбищ по сравнению с постагроценозами. Отношение С мик/С орг является важным экологическим показателем и характеризует состояние и разнообразие микробоценоза и степень его зрелости (Insam, Domsch, 1988).

Полученные параметры микробиологических свойств хорошо согласуются с данными других авторов. Величина С мик в значительной степени зависит от землепользования; микробные сообщества более угнетены при возделывании монокультуры, чем в севообороте, и агроценозах по сравнению с целиной (Guggenberger et al., 1995). В серой лесной почве под разными ценозами: лесом, лугом и пашней – количество углерода микробной биомассы уменьшалось: 1340, 825 и 350 мкг/г, и величина С мик/С орг составляла 4,6, 5,9 и 2,9% соответственно (Ананьева и др., 2002). В Ростовской области количество углерода, иммобилизованного в микробной биомассе, в 0–20 см слое пахотных черноземов составляло 251 и увеличивалось до 335 мкг/г в 21-летней залежи, на долю С мик в С орг приходилось 1,2 и 1,3% соответственно (Лопес де Гореню и др., 2005).

Базальное дыхание и запасы микробной биомассы в значительной степени зависят от влажности и температуры почвы. Нами использовался микробный метаболический коэффициент

(удельное микробное дыхание) $q\text{CO}_2$, который вычисляется по формуле БД/С мик и является интегральным показателем экофизиологического состояния микробного сообщества.

Близкие данные получены для значения микробного метаболического коэффициента для лесных почв 2,8–3,4; для луговых пахотных почв – 1–2 мкг С- CO_2 /мг С мик в час (Стольникова и др., 2011). Обобщение литературных сведений, выполненное (Ананьева и др., 2002), показало, что в почвах лесных экосистем Канады и ряда стран Европы значение $q\text{CO}_2$ варьировало от 0,5 до 6,4, а агроценозов – от 0,5 до 4,7 мкг С- CO_2 /мг С мик в час. В серой лесной почве параметры $q\text{CO}_2$ составляли под лесом – 1,4, на лугу – 3,6 и на пашне – 2,8 мкг С- CO_2 /мг С мик в час, а величины С мик соответственно равны 1533, 535 и 210 мкг С/г почвы.

Теоретически считается, что чем меньше величина отношения дыхания микробного сообщества к его биомассе, тем устойчивее экосистема. Таким образом, величина $q\text{CO}_2$ стабильных и старых экосистем должна быть меньше, чем нарушенных и молодых (Anderson, Domsch, 1978). Однако имеются критические замечания к этой теоретической предпосылке, так как пока накоплено недостаточно экспериментальных данных для ее подтверждения.

Наши экспериментальные данные показали, что величина $q\text{CO}_2$ слоя 0–20 см составила для лесных почв 2,5, для остальных исследуемых почв 1,2–1,5 мкг С- CO_2 /мг С мик в час, вне зависимости от их типа, предыдущего использования или почвообразующей породы. Таким образом, исследуемые почвы имеют небольшую величину $q\text{CO}_2$ и можно сказать об устойчивости их микробного сообщества.

Проведенные исследования показали, что под влиянием заповедного режима в течение 18 лет происходит восстановление растительности и свойств почв. В первую очередь происходит реабилитация различных форм органического вещества и микробной биомассы. Увеличение содержания С орг слоя 0–20 см исследованных почв заповедника Аркаим после 18 лет отсутствия антропогенной нагрузки составляет 0,5–0,8%, или 14–25 отн. %, или 60–100 г/м² в год. Накопление С орг больше в постагрогенных почвах по сравнению с бывшими пастбищами и в черноземах по сравнению с лугово-черноземными почвами. В заповедном режиме в большинстве почв заповедника наблюдается концентрирование лабильных форм органического вещества. Часть почв заповедника

достигла оптимального содержания углерода лабильной (0,3%) и легкой фракции (более 25% от С орг). Содержание фракции гумусовых кислот, связанной с кальцием, и углерод гумина в процессе самовосстановления почв претерпевают небольшие изменения.

После 18 лет заповедного режима содержание биомассы микроорганизмов исследованных почв составляет 500–785 мкг/г, скорость базального дыхания – 0,7–1,5 С–СО₂ мкг/г в час. Величина базального дыхания максимальна у серых лесных почв и минимальна у бывших пахотных черноземов. Биомасса почвенных микроорганизмов характеризуется наибольшими величинами в черноземно-луговых почвах бывших пастбищ и наименьшими – в бывших агрочерноземах.

Следовательно, в заповедном режиме аккумуляция С орг и изменение разных его форм в большей степени зависит от типа почв и предыдущего их использования, и в меньшей – от состава почвообразующих пород. Многим почвам заповедника необходимо для самовосстановления более двадцати лет.

6.4. Формы соединений углерода и азота и эмиссия парниковых газов в почвах заповедника Аркаим

***К. Инубуши, Х. Нагано,
М. Кавашигаши, В. Е. Приходько***

Спонтанный перевод пашен в залежи или создание заповедников приводят к долговременному секвестированию С орг в растительности и почвах. Такое запасание углерода может компенсировать около 70% современной эмиссии СО₂ в сельскохозяйственном секторе, около 20% – в индустриальном (Кудеяров и др., 2009; Курганова, Лопес де Гереню, 2009). Проводятся комплексные исследования по оценке выбросов парниковых газов, запасов и баланса органического углерода и азота в почвах разного землепользования и при изменении климата. Поведение метана в основном исследуется в торфяных почвах и вечномёрзлотных отложениях. С возрастанием температуры поверхности увеличивается риск выхода большого количества СН₄ в атмосферу из этих регионов. Впервые на основании анализа изотопного состава углерода подтверждено биологическое происхождение метана мерзлых отло-

жений (Ривкина и др., 2007; Chen et al., 2011). Вклад N_2O в потепление климата составляет около 6%. Его эмиссия из почв достигает 65% от общего количества, поступающего в атмосферу N_2O , большая его часть выделяется из агроценозов. Выброс N_2O из почв происходит в результате микробной трансформации азотных соединений, важнейшими из которых являются нитрификация и денитрификация. Их интенсивность зависит от типа почв и их свойств, вида землепользования и др. (Курганова, Лопес де Гереню, 2009; Wrage et al., 2004).

Характеристика исследуемых участков. Для исследования различных форм углерода и азота выбрано пять участков с разной историей землепользования: природный лес, постагрогенная почва и три участка бывших пастбищ (рис. 23). В этих участках также изучали эмиссию парниковых газов. До введения заповедного режима в 1991 г. их использовали как пашню и пастбища. Исследуемые почвы имеют различный гранулометрический состав: бывшая пашня и лесная – тяжелосуглинистый, бывшее пастбище на склоне (А) – среднесуглинистый, и два пастбищных поля, лежащие вблизи реки, рядом с поселением Аркаим – среднесуглинистый (Б) и супесчаный. Образцы отбирали из подстилки лесной почвы мощностью 0–4 см и гор. А1 мощностью 0–14 см, на остальных участках – из слоя 0–20 см.

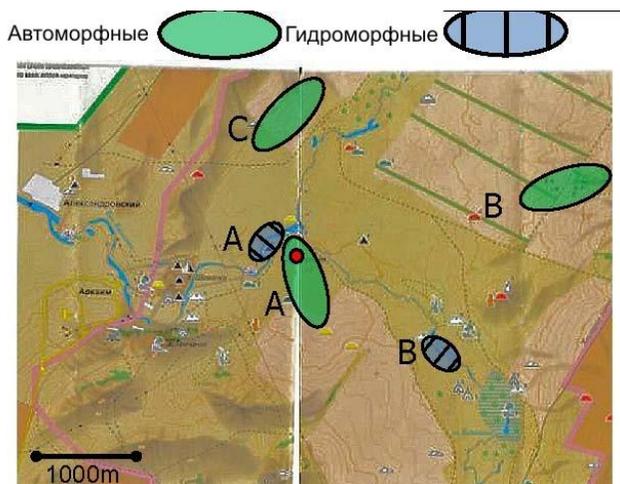


Рис. 23. Расположение исследуемых участков.

Участки постагроценоза, леса и бывшего пастбища (А) расположены на пологом склоне на высоте 330–340 м над ур. м. До введения заповедного режима в 1991 г. на пашне выращивали пшеницу (*Triticum spp.*), многолетние травы (*Bromopsis inermis* (Leys) Holub and *Medicago caerulea* Less. ex Ledeb. и др.) и овощи в течение около 40 лет. Лес растет в перегибе склона и получает дополнительное количество влаги. Лесной биоценоз состоит в основном из березы повислой (*Betula pendula* Roth.), степной вишни с изреженным травяным покровом (Ермолаев, 1999; Okitsu и др. 2011). На участках бывших пашни и пастбища на склоне в основном растут *Stipa spp.*, *Festuca spp.* и другие засухоустойчивые виды трав (*Artemisia spp.*); проективное покрытие составляет > 90%. Грунтовые воды залегают на глубине более 10 м.

На участках двух бывших пастбищ у реки уровень грунтовых вод залегают на глубине около 4–5 м, абсолютная высота 314 м, растительный покров более разнообразный, чем на выше-рассмотренном пастбище, проективное покрытие 90–100%. Эти участки характеризуются наибольшей продуктивностью по сравнению с другими исследуемыми ареалами и сильно зарастают спиреей и караганой.

Содержание различных форм углерода и азота в почвах. Наиболее обогащены органическим веществом и общим азотом подстилка лесной почвы и черноземы бывших пастбищ среднесуглинистого состава, минимальное содержание этих компонентов отмечается на участках бывшие пастбищной супесчаной почвы и пашни (рис. 24). В наибольшей степени легкодоступные формы Ср и Nr концентрируются в подстилке лесной почвы – 884 и 196 и гор. А1 – 423 и 73 мг/кг соответственно. В других почвах содержание Ср составляет 140–173 и Nr 32–44 мг/кг, минимально оно в постагрогенной почве. Максимальное обогащение микробными формами С мик и N мик характерно для подстилки лесной почвы, минимальное – для супесчаной почвы бывшего пастбища (Nagano et al., 2012).

Для исследуемых почв величина отношения углерода к азоту для разных их форм колеблется в пределах: С орг/N общ – 10,7–14,4, Ср/Nr – 3,9–5,8, С мик/N мик – 5,3–13,5. Судя по этому показателю, доля азота различных соединений наибольшая в почве бывшего пастбища среднесуглинистого состава рядом с

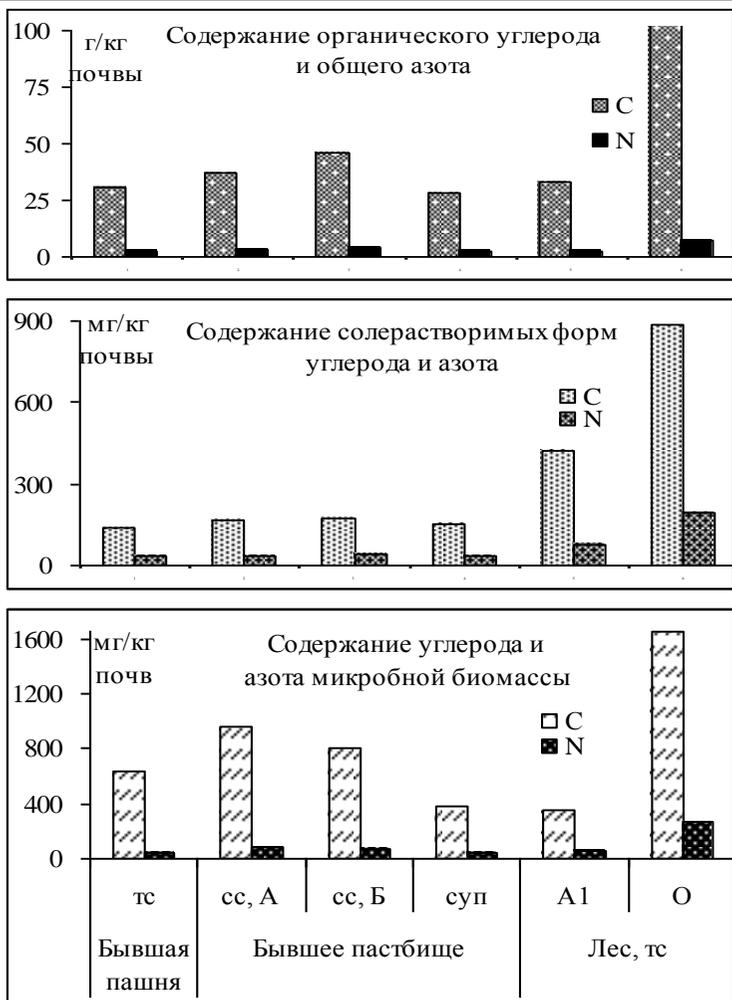


Рис. 24. Содержание различных форм углерода и азота в почвах. Гранулометрический состав почв: тс – тяжело-, сс – среднесуглинистый, суп – супесь.

рекой. Также в этой почве отмечается максимальная доля С мик среди органического вещества, величина отношения С мик/С орг составляет 2,6, в других наших почвах – 1,1–2,0, минимальное значение у бывшей пашни. Доля солерастворимого углерода в составе С орг невелика 0,5 отн. %, она немного больше 0,8 и 1,3 отн. % в

подстилке и гор. А1 лесной почвы, соответственно. Доля легкодоступного азота в составе общего азота мала 0,1–0,3 отн. %, а отношение N мик/N общ составляет 1,6–3,6 отн. %.

Таким образом, подстилка лесной почвы, являясь органоминерным горизонтом, содержит в 3–6 раз больше различных соединений углерода и азота по сравнению с минеральным горизонтом этой и других исследуемых почв. Одной из причин большого содержания различных форм С и N в лесной подстилке является значительное поступление их из свежего и полуразложившегося опада. Отличительная особенность гор. А1 лесной почвы – большое содержание солерастворимых соединений углерода.

Среднесуглинистые почвы бывших пастбищ по насыщенности различными соединениями углерода и азота следуют за лесной подстилкой. Это обусловлено большой продуктивностью их биоценозов и последствием поступления азота из экскрементов животных, которые паслись здесь до введения заповедного режима.

Чернозем тяжелосуглинистый постагрогенный содержит наименьшее количество всех форм азота и углерода среди исследуемых почв. Близок к нему легкосуглинистый чернозем бывших пастбищ. Причинами этого для первой почвы является истощение запасов данных элементов в период сельскохозяйственного использования и недостаточная продолжительностью периода заповедного режима для восстановления их плодородия, а для второй почвы – ее легкий гранулометрический состав и небольшое количеством центров, способных закреплять азот и углерод.

До введения заповедного режима до 1991 г. в почвы пастбища заповедника по сравнению с пашней поступало больше наземной и подземной (корни) фитомассы. Пастбище обогащалось экскрементами жвачных и других животных. С другой стороны, до 1991 г. в пахотные земли по сравнению с пастбищем вокруг Аркаима поступление растительных остатков было меньше из-за отчуждения продукции с урожаем. Продуктивность пахотных почв поддерживалась внесением органических удобрений (2–3 т/га) и выращиванием многолетних трав (около 20% в севообороте). Таким образом, большее содержание различных форм углерода и азота в почвах бывших пастбищ по сравнению с пашней может быть связано с большими объемами прошлого (т.е. до 1991 г.) и после 1991 г. поступления органических остатков.

После введения заповедного режима с 1991 г. поступление органического вещества в почву на пашне также было меньше,

чем на пастбище. Причины этому следующие: после 1991 г. в течение 18 лет на бывшей пашне по сравнению с бывшим пастбищем проективное покрытие растений было меньше, а в составе растительности меньше многолетних растений, в том числе злаков, имеющих более высокую продуктивность надземной и подземной фитомассы, чем одно- и двухлетние сорные растения. Так, в первые 2–3 года заповедного режима на постагроценозах росли в основном одно- и двухлетние сорные растения (сорняки), их проективное покрытие было около 60% (Ермолаев, 1999). Затем эта растительность заменилась многолетними растениями, в том числе злаками. После 12 лет заповедного режима на бывшей пашне проективное покрытие составляло около 85%, а после 18 лет – 90–95%, естественная растительность еще не восстановилась полностью.

На бывшем пастбище в 1992 г. в составе растительности встречалось 88% многолетников, в 2003–2009 гг. – 95–97%, проективное покрытие составляло около 80 и 95–100% соответственно. В настоящее время состав растительности на пастбище близок к естественной.

Обогащенность разными формами соединений углерода и азота отмечалась в лесных почвах степной зоны Евразии (Kadono et al., 2007) и полузасушливых областей Северной Америки (Zak et al., 1994). Установлено, что содержание С орг и N общ составляли 46 и 4 в лесных почвах, 28 и 3 – почвах пастбищ, 20 и 2 г/кг почвы – в пахотных аналогах, соответственно (Kadono et al., 2007). Однако, в целинных черноземах содержание С орг и N общ было больше по сравнению с почвами под березовым лесом, находящихся в той же климатической зоне, что и Аркаим (Базилевич, 1965).

Таким образом, накопление содержания различных форм углерода и азота в почвах бывших пастбищ по сравнению с пашней в режиме заповедности может быть связано с большими объемами прошлого (т.е. до 1991 г.) и после 1991 г. поступления органических остатков.

Эмиссия парниковых газов из почв разного использования и разноо гранулометрического состава. CO₂ поступал в атмосферу из всех исследованных почв (рис. 25). Количество выбросов CO₂ из лесной почвы (129 мг С/м² в час) было значительно больше, чем из черноземов бывших пашни и пастбищ. Максимальная эмиссия CO₂ из лесной почвы обусловлена большим содержанием микробов, развивающихся в богатом субстрате подстилки, их интенсивным метаболизмом с выделением углекислого газа.

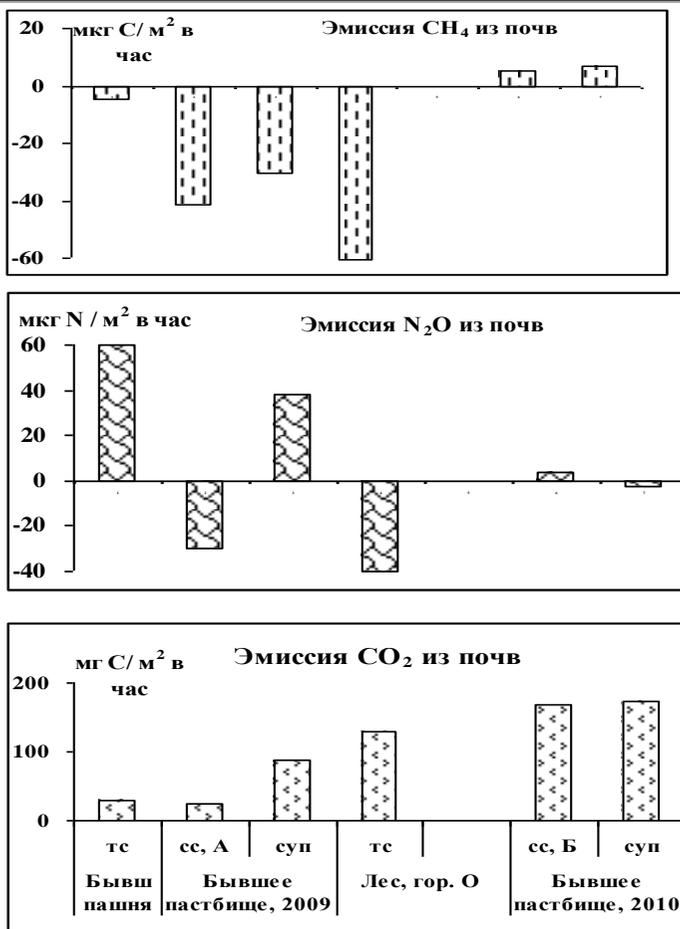


Рис. 25. Эмиссия парниковых газов из черноземов разного гранулометрического состава и лесной почвы заповедника. Условные обозначения см. рис. 24.

Не выявлено существенных различий между бывшими пашней и пастбищем на склоне (30 и $25 \text{ mg C/m}^2 \text{ в час}$ соответственно) по выделению CO_2 . Тогда как эта величина была гораздо больше в супесчаной почве постпастбища у реки. Эти данные не согласуются с минимальной величиной $\text{C}_{\text{мик}}$ данной почвы. Одним из объяснений может быть то, что, возможно, большая часть CO_2 выделяется из этой почвы за счет корневого дыхания растений. Уста-

новлено, что ризосферное дыхание варьировало в пределах от 10 до 90% от общего дыхания почвы в зависимости от типа растительности и сезона (Hanson et al., 2000). Экспериментально выявлено, что величина корневого дыхания в луговых экосистемах может составлять 24–60%, лесных – 7–56% от общей эмиссии CO_2 с почвенной поверхности и зависит от методов определения и типа почв (Евдокимов и др., 2010). Авторы установили, что происходит недооценка вклада дыхания корней в лесных почвах, потому что невозможно оценить дыхание корней, проникающих глубже 20 см, а также крупных корней диаметром более 10 мм, вклад которых может достигать до 50% от корневого дыхания (Ларионова и др., 1988).

Метан (CH_4) поглощался всеми исследованными почвами –5 до –60 мкг С/м^2 в час). Наблюдалась эмиссия N_2O из супесчаной почвы бывшего пастбища и постагрогенного биоценоза (38 и 60 мкг С/м^2 в час соответственно) и отмечался сток N_2O в почву бывшее пастбища на склоне и лесную почву (–30 и –40 $\text{мкг N}_2\text{O/м}^2$ в час соответственно). Не выявлено существенных различий в потоках CH_4 и N_2O в зависимости от бывшего землепользования.

Сравнивалось продуцирование парниковых газов в почвах, сформированных на материнских породах разного состава (рис. 26). Показано, что эмиссия CO_2 различается в почвах в зависимости от состава, максимальная ее величина отмечалась в черноземах, образовавшихся на риолитах и минимальная – на переотложенных каолиновых породах. Продуцирование закиси азота было минимально в солонцах и максимально – в черноземах, развитых на риолитах. Для метана отмечено поглощение почвами и не выявлено разницы в зависимости от состава почвообразующих пород.

Для гидроморфных почвах, которые располагаются вблизи реки, также исследовалась эмиссия парниковых газов с поверхности 2–3 точек на двух участках (рис. 27). Для первого участка в 2009 г. выявлено, чем ближе располагалась точка опробования к реке и чем больше влажность почвы, тем больше была величина выброса CO_2 в атмосферу и достигала 4943 $\text{мг С-CO}_2/\text{м}^2$ в час. На втором участке в 2010 г. продуцирование углекислого газа также было значительным, но гораздо меньшим, чем на первом участке, хотя величина влажности почв на этих участках достигала 30–44%.

Почти во всех точках отмечалась эмиссия метана из гидроморфных почв, ее величина значительно варьировала от –2 до

105 мкг C-CH₄/м² в час. Известно, что более 80% CH₄ в природной среде выделяется из болотных и переувлажненных угодий (Chen, Prinn, 2006). Отсутствие корреляции продуцирования метана с влажностью почв выявлено ранее для пяти лесных прибрежных участков на севере США (Hopfensperger et al., 2009).

На исследуемых участках в основном отмечалось поглощение N₂O почвой в размере –1.1–1.3 мкг N-N₂O/м² в час. Биоценозы семиаридной зоны – прерии и степи, как правило, считаются стоком для метана. Величина потока CH₄ в наших почвах близка к ранее сообщавшимся данным для прерий Северной Америки (–11 мкг C-CH₄ / м² в час, среднегодовая, Mosier et al., 1991) и для пастбища, находящегося в заповедном режиме с 1979 г. во Внутренней Монголии (–43 мкг C-CH₄/м² в час, среднегодовая, Chen et al., 2011). Ранее выявлено, что среднегодовая эмиссия N₂O составляла 15 мкг N-N₂O/м² в час в прериях Северной Америки (Mosier и др., 1991), и 2 мкг N-N₂O/м² в час в заповедных степях Внутренней Монголии (Holst et al. 2007). Хотя эти исследования показали, что полусухие степи могут быть источником N₂O, также они наблюдали его отрицательный поток несколько раз в течение вегетационного периода.

Следовательно, полученные нами данные о поглощении N₂O почвой в летний период не являются редким явлением. Кроме того, указывалось на важность измерения потока парниковых газов в межвегетационные периоды (зимой и весной), потому что процессы замораживания-оттаивания почв приводят к увеличению эмиссии N₂O и могут обеспечить большую часть годового объема выбросов N₂O в степных экосистемах, особенно удобряемых (Курганова, Лопес де Гереню, 2010; Holst et al., 2008).

Эмиссия парниковых газов из палеопочвы. Из профилей палеопочвы поселения Аркаим и материала древней стены, лежащей на ее поверхности также проводилось измерение величины выбросов парниковых газов (рис. 28, рис. 29). Из разных глубин профиля стены скорость выделения CO₂ близка 58–62 мг C-CO₂/м² в час и это в 3 раза меньше, чем с поверхности современной почвы. Эмиссия CO₂ с поверхностного горизонта погребенной почвы, располагающегося на глубине 80–100 см, значительно выше, чем из нижележащего слоя, и это в 8-40 раз меньше, чем с поверхности современной почвы. Продукция N₂O из профиля материала древней стены и с поверхности современной почвы не превышает

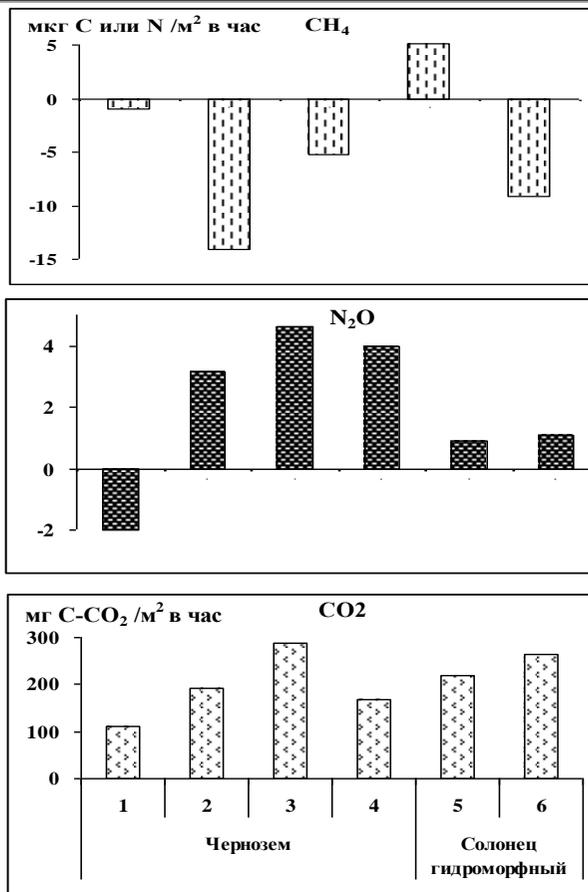


Рис. 26. Содержание парниковых газов в 2010 г в почвах бывших пастбищ, развитых на породах разного состава: 1 – каолине, 2 – базальте, 3 – риолите, 4–6 – покровных суглинках.

4 мкг N-N₂O/м² в час, и она в несколько раз больше, чем из профиля палеопочвы. Для метана наблюдалась небольшая величина стока в материал стены и разные горизонты профиля палеопочвы, а эмиссия CH₄ с поверхности современной почвы составляла 7 мкг С-CH₄/м² в час. Ранее показано, что продуцирование CO₂ погребенными почвами степной зоны в нативном и увлажненном состоянии значительно меньше, чем в современных почвах (Демкина и др., 2010).

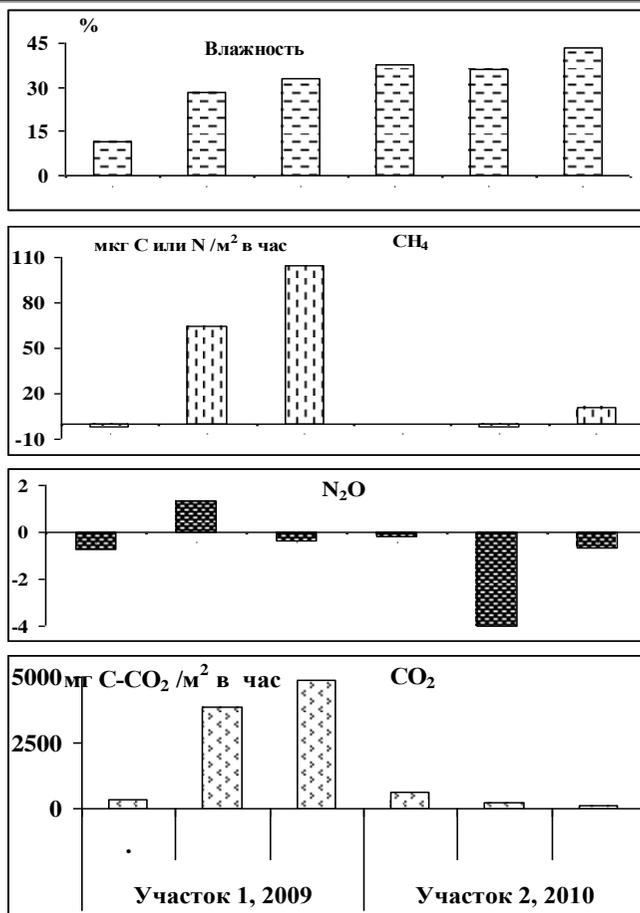


Рис. 27. Эмиссия парниковых газов с поверхности гидроморфных почв.

Проведенные исследования показали, что содержание различных форм углерода и азота и их изменение в заповедном режиме зависит от типа почв, их гранулометрического состава и вида землепользования, в том числе от того, который был до введения заповедного режима. Впервые для данной территории исследовали эмиссию парниковых газов (CO₂CH₄ N₂O). Скорость эмиссии CO₂ из почв также определяется многими факторами: типом почв, составом материнских пород, гранулометрическим составом, степенью гидроморфности почв и видом использования.

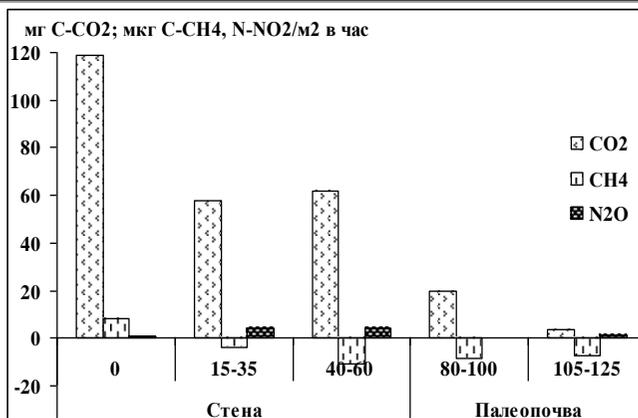


Рис. 28. Эмиссия парниковых газов по профилям материала древней стены и палеопочвы.

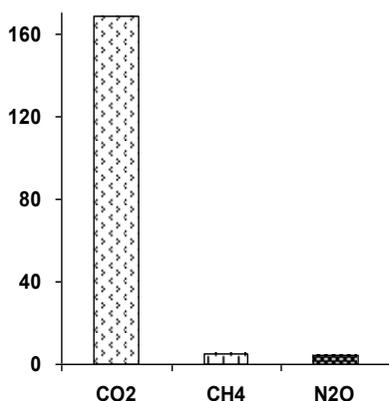


Рис. 29. Эмиссия парниковых газов с поверхности современной почвы.

Продуцирование CO_2 погребенными почвами на порядок меньше, чем современными. Для метана выявлены различия между автоморфными и гидроморфными почвами. Установлено поглощение метана в автоморфных условиях. В аллювиальных и луговых почвах с близким залеганием грунтовых вод чаще отмечается эмиссия CH_4 . Для закиси азота в современных и древней почвах выявлены небольшие величины выброса или стока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования в Аркаимской долине и публикация данной монографии осуществлены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 09-05-92106-ЯФ_а и 13-05-00246а) и Чиба университета, Япония.

В монографии подведены итоги 25-летних почвенно-археологических исследований укрепленного поселения Аркаим и других памятников эпохи бронзы Аркаимской долины. Реконструированы палеоэкологические условия эпохи, особенности жизни и хозяйственной деятельности населения. Выявлены основные черты современного растительного и почвенного покровов территории, их изменение за период установления заповедного режима за последние 20 лет.

На основании проведенных исследований и ранее опубликованных данных сделаны следующие выводы.

1. В эпоху бронзы (некалиброванные даты 17–16 и калиброванные с точностью 1σ – 21–19 вв. до н.э.) история Южного Зауралья определяется развитием культуры типа Синташта–Аркаим (синташтинская археологическая культура). С ней связаны более двадцати известных на сегодня укрепленных поселений, могильники, селища, производственные объекты. Особое значение имеет поселение Аркаим и весь комплекс памятников эпохи бронзы Аркаимской долины. В результате дешифрирования археологических объектов на аэрофотоснимках и проведения археологических разведок в Аркаимской долине открыто и частично исследовано археологическими раскопками более ста исторических памятников разных эпох, с преобладанием памятников бронзового века.

2. Южное Зауралье – компактный ареал развития синташтинской культуры. Его характеризуют оседлость населения, проживающего в долговременных жилищах укрепленных центров с признаками урбанизационного развития; развитые пастушеское скотоводство и металлургия меди. Обсуждается проблема появления земледелия.

3. Палеопочвы, сохранившиеся под основаниями стен поселения Аркаим и курганным некрополем Калмыцкая Моляня, характеризуются морфологическими и физико-химическими свой-

ствами, близкими к фоновым (современным) почвам. Однако в древних почвах Аркаима по сравнению современными почвами отмечается меньший запас углекислых и легкорастворимых солей. Это свидетельствует о том, что природные условия эпохи были близки современным и даже несколько более увлажненными. Этот вывод подтвержден данными спорово-пыльцевого и биоморфного (фитолитного) анализов палеорастительности, которые выявили большую тепло- и влагообеспеченность во время строительства стен Аркаима. Относительно благоприятные экологические условия Южного Урала способствовали формированию и функционированию синташтинской культуры.

4. Наше заключение о палеоклимате этого периода подтверждается многочисленными недавно полученными почвенными и палинологическими данными для представительной серии памятников, время погребения которых датировано по ^{14}C археологических находок, и располагающихся на сопредельных территориях: Оренбургском Приуралье, Тоболо-Ишимском междуречье, степном Самарском Заволжье, Северном Казахстане, а также в более дальних регионах: Среднерусской лесостепи и степи, Северо-Западном Прикаспии и Нижней Волге (Рябогина и др., 2005; Дергачева, Васильева, 2006; Хохлова и др., 2008; Болиховская, 2012 и др.).

Имеются и противоположные мнения, свидетельствующие об аридности климата на рубеже III и II тысячелетия до н.э. в южном Поволжье, сухостепной зоне Средне-Русской равнины и на территории Нижнего Дона (Александровский, 1983; Демкин и др., 2004; Песочина, 2014 и др.).

5. Следовательно, в эпоху бронзы изменение ландшафтно-климатических условий Южного Зауралья происходило синхронно с аридными сопредельными районами и, вероятно, связано с воздействием среднеазиатских воздушных масс, тогда как центральная и северная части Западной Сибири находились под влиянием атлантических атмосферных потоков.

Различия динамики экологических условий бронзового периода в степной и лесостепной зонах Русской равнины и Зауралья и в целом Западно-Сибирской равнины обусловлены большей континентальностью климата последних, географическим положением, меньшей дренированностью, обрамленностью с запада и востока горами и др.

6. Эволюция черноземов Зауралья в голоцене, как и в степях Восточной Европы, была мезоксероморфной слабоконтрастной. Заметных сдвигов почвенных зон не происходило. На сопредельной территории в Казахстане эволюция почв в голоцене была контрастной (Иванов, 1992; Иванов, Чернянский, 1996). Причинами слабой контрастности развития почв Зауралья могут быть большая абсолютная высота поверхности Зауралья (310–450 м), чем степей Казахстана (до 200 м), более низкие летние температуры и более слабое проявление аридизации. На степных и лесостепных территориях Западной Сибири во второй половине голоцена амплитуда смещения природных подзон к северу и югу составляла ± 100 –150 км, годовые нормы осадков изменялись на ± 100 –150 мм, и температур – на ± 1 –2°С.

7. Динамика природной среды во второй половине голоцена изучена относительно детально с шагом 100–300 лет, для первой половины – менее подробно. Выявление кратковременных климатических фаз и сопоставление их с хронологическими рамками древних культур позволяет более точно выявлять рубежи наступления экологических кризисов или лучших условий увлажнения.

8. Кратковременные (десятки лет–первые сотни лет) колебания атмосферного увлажнения и теплообеспеченности по-разному проявлялись в ландшафтах в зависимости от их дренированности (засоленность и глубина залегания грунтовых вод) от литологии поверхностных отложений (щебнистость–каменистость, глины, пески). Аридизация приводила к засолению почв при близком залегании уровня грунтовых вод, снижению продуктивности пастбищ, особенно на глинистых почвах, к дефляции песчаных почв. Дефляция существенно усиливалась в сочетании с перевыпасом. Улучшение условий увлажнения приводило к быстрому рассоленению почв при близком залегании грунтовых вод, к зарастанию дефлированных песков. Почвы тяжелого гранулометрического состава и растительность дренированных территорий реагировали на улучшение условий увлажнения менее резко, более сглаженно.

9. Точность реконструкции палеоклимата существенно повышается при использовании комплекса методов: палеопочвенного, палинологического, биоморфного (фитолитного), геоморфолого-палеогидрологического и др.

10. Составлен ряд тематических карт территории заповедника: почвенная, ботаническая, геоморфологическая, ландшафтная, гидрологических бассейнов масштаба 1 : 10 000–25 000. Особенно детально проведены почвенные исследования. Изучено более 200 почвенных разрезов по четырем комплексным профилям, общей длиной 16,5 км, пересекающим заповедник по основным элементам мезорельефа. Черноземы занимают около 50% площади заповедника, солонцы и засоленные почвы – 32%, черноземно-луговые – 7%, лесные – 1%. Бывшие пастбища и сенокосы простираются на 70%, постагrogenные поля – 30% его территории, часть из них превращена в сеяные луга.

11. Установлены различия свойств и генезиса почв, развитых на различных по возрасту и составу материнских породах. Почвы заповедника располагаются в ряд по возрастанию мощности профиля и запасов гумуса: развитые на элювии изверженных пород – переотложенных каолиновых глинах – монтмориллонит-гидрослюдистых суглинках и глинах. В слое 0–20 см почв заповедника содержится 2,5–5,6% С орг, его запасы в слое 0–0,5 м составляют 57–265 т/га, слое 0–1 м – 234–375 т/га. Почвы пастбищ, подвергавшиеся сильной дигрессии, отличаются от пахотных аналогов большим содержанием гумуса (на 10–16%) и обогащенностью лабильной фракцией (28–40% от С орг).

12. Исследованы изменения почв и растительности после введения режима заповедания. Проведен мониторинг почв после 12 и 18 лет режима заповедности. Увеличение содержания С орг слоя 0–20 см почв после 18 лет самовосстановления составляет 0,4–0,8%, или 14–25 относительных процентов, или 60–100 г/м² в год. Аккумуляция С орг меньше в почвах бывших пастбищ по сравнению с постагrogenными аналогами и в лугово-черноземных почвах по сравнению с черноземами. При самовосстановлении в большинстве почв заповедника наблюдается увеличение содержания углерода лабильной фракции. Часть почв заповедника достигла оптимального содержания углерода лабильной (0,3%) и легкой фракций (более 25% от С орг). После 18 лет заповедного режима величина биомассы микроорганизмов составляет 500–800 мкг/г почвы или 1,1–1,9% от С орг, величина базального дыхания – 0,7–1,5 С–СО₂ мкг/г в час. Эти показатели максимальны для бывших пастбищных лугово-черноземных почв и минимальны для пост-

агрочерноземов. В заповедном режиме прибавка величины C_{org} и изменение разных его форм в большей степени зависят от типа почв и бывшего их использования, и в меньшей – от почвообразующих пород. Многим почвам заповедника требуется длительное время для реабилитации своего состояния.

13. Впервые для данной территории исследовали эмиссию парниковых газов (CO_2 , CH_4 , N_2O) с поверхности и в профиле древних и современных почв заповедника методом, предложенным К. Инубуши (Inubushi et al., 2003; вкл. 15).

14. В настоящее время заповедник Аркаим – центр научных исследований, значимый объект регионального и, отчасти, общероссийского туризма. На его территории созданы и действуют Музей Природы и Человека, исторический парк и этнографический музей под открытым небом. Сотрудники заповедника и исторического факультета Челябинского государственного университета регулярно проводят научные конференции различного уровня, выступают в России и за рубежом с научными докладами. Это позволяет по-новому понять историю Евразии и шире распространять знания о культурном наследии бронзового века Южного Урала, свидетельствующем о стабильной системе укрепленных поселений, интенсивном пастушестве, выплавке меди и пионерном использовании двухколесных конных колесниц племенами индоиранского происхождения с рубежа III–II тыс. до н. э.

Данные мониторинга природных компонентов в заповедном режиме важны для выявления скорости развития почв и растительных ассоциаций и могут быть использованы при рекультивации почв и восстановлении естественных пастбищ. Реконструкция палеоэкологических условий прошлых эпох позволяет выявить закономерности динамики климата и эволюции природных компонентов в прошлом и дать обоснованный прогноз их развития в будущем.

Создание заповедника Аркаим позволило сохранить древние археологические памятники для будущих исследований и восстановить природные компоненты в условиях ежегодного посещения десятками тысяч туристов.

SUMMARY

Researches of historical sites of the Arkaim valley and publication of this monograph were supported by the Russian Foundation of Basic Research (grant 09-05-92106-JSPS_a and 13-05-00246_a) and Chiba University, Japan.

The monograph resumes 25-year studies of the unique fortified settlement Arkaim and other historical memorials of Arkaim valley of the Late Bronze Age using the methods of soil science and archeology (52°37–40'N, 59°32–37'E). The peculiarities of paleoclimate, soils, vegetation, functioning and economic management of the Bronze Age have been restored. The results of 20-year monitoring of soil and vegetation restoration in reserve status are discussed in the book.

Based on our researches and previously published data the following conclusions have been made:

1. At the Late Bronze Age (uncalibrated data 17–16 and calibrated ones – 21–19 centuries B.C. – 1σ) a unique Sintashta community was functioned in the South Trans-Ural. It built 22 fortified settlements and many other archaeological sites, among them a unique Arkaim settlement. In the Arkaim valley over a hundred historical memorials were found and partially investigated as a result of their decoding on air photos and due to archaeological exploration.

2. The Sintashta culture was associated with a full-scale steppe economy. It assumes a settled lifestyle of population living in permanent dwellings of fortified urban centers; developed cattle ranching and metallurgy of copper. The problem of the appearance of agriculture is discussed.

3. Paleosols buried under the ancient walls of Arkaim and the burial mounds (the kurgans) of the Arkaim valley were investigated. Their morphological and physical-chemical properties are close to background (modern) soils. However, the ancient soils of Arkaim differ from the modern ones by the lower content of carbonate and readily soluble salts. So it is possible to state that at this period environmental conditions were similar to the current ones with higher humidity. This conclusion is confirmed by the data of paleoclimate based on spore-pollen and biomorphic (phytolite) analyses revealed higher heat and humidity supply during the construction of Arkaim. Favorable environmental conditions of the South Ural facilitated the development and functioning of Sintashta culture.

4. Our conclusion on paleoclimate of the Arkaim period is supported by numerous recently obtained soil and palynological data for a

great number of monuments. The period of their burial is dated according to ^{14}C archeological findings. The monuments are placed at adjacent areas: the Orenburg Cis-Ural region, Tobol-Ishim interfluve, steppe Samara region, North Kazakhstan, as well as at more distant regions: the Central Russian steppe and forest-steppe zones, North-West Caspian region and Lower Volga area (Ryabogina et al., 2005; Dergacheva, Vasiliyeva, 2006; Khokhlova et al., 2008; Bolihovskaya, 2012 et al.).

There are opposite opinions on the arid climate at the turn of the IIIrdst and the IIInd millennium B.C. in the South Volga River, arid steppe area of the Middle Russian Plain and Low Don River (Alexandrovskiy, 1983; Demkin et al., 2004; Pesochina, 2014 et al.).

5. Therefore, changes of landscape and climatic conditions of the South Trans-Ural in the Late Bronze Age occurred synchronously with arid adjacent areas and, probably, were due to the influence of Central Asian air masses, whereas the Central and North parts of the West Siberia were under the impact of Atlantic atmospheric flows.

Differences in dynamics of environmental conditions of the Bronze Age in the steppe and forest-steppe zone of the Russian Plain and Trans-Ural and the West Siberian Plain as a whole were due to the higher continental climate of the latter ones, geographic location, lesser drainage, the mountains surrounded from West to the East, etc.

6. Evolution of chernozems in the Trans-Ural region in the second half of the Holocene, as in the steppes of the Eastern Europe, was mesoxerophytic weak contrast. Noticeable shifts of the soil zones did not occur. Evolution of the chernozems in Holocene in Kazakhstan was contrast (Ivanov, 1992; Ivanov, Chernyansky, 1996). High altitudes of the Trans-Ural surface (310–450 m) relative to the Kazakhstan steppes (up to 200 m), lower summer temperatures and the weaker aridity could be a cause of low contrast of soil evolution of the Trans-Ural as compared to that ones in Kazakhstan. On steppe and forest – steppe areas of West Siberian Plain in the second half of the Holocene total amplitude of natural subzones was $\pm 100\text{--}150$ km to the north and south, annual precipitation varied by $\pm 100\text{--}150$ mm, and the temperatures – by $\pm 1\text{--}2^\circ\text{C}$.

7. Dynamical development of natural habitat within 100–300-years during the second half of the Holocene and less fractional periods – in the early Holocene was revealed. The short-term climatic phases and their comparison with chronological periodization of the ancient cultures give additional information about periods of environmental crises or better moisture conditions.

8. Short-term (tens–first few hundred years) fluctuations of atmospheric moisture and heat supply differently manifested in landscapes based on their drainage (salinity and groundwater table), lithology of surface sediments (gravelly-stony, clay, sand). Aridity led to clay soil salinization due to hallow groundwater levels, reducing the productivity of pastures; deflation of sandy soils, deflation is significantly enhanced in combination with overgrazing. Improving moisture conditions led to rapid soil desalinization with shallow ground water to overgrowing deflated sands. The clay soils and vegetation drained areas reacted to improve moisture conditions less dramatically smoother.

9. An accuracy of paleoclimate reconstruction is significantly increased when using several research methods: paleosoil, palynological, biomorphic (phytolite), geomorphological paleo-hydrological and others.

10 A series of thematic maps has been plotted, they are as follows: soil, vegetation, geomorphological, landscape, hydrological basins with the scale of 1 : 10 000–1 : 25 000. Soils of the Arkaim Reserve were studied in detail. More than 200 soil profiles have been examined and four soil catenas with a total length of 16.4 km crossing the Reserve in various directions have been developed. The chernozems in the reserve occupy about 50% of the area, solonchets and salt-affected soils – 32%, meadow-chernozemic soils – 7%, and forest soils – 1%. The former pastures and haying fields dominate 70% of the reserve, and former plowlands – 30%. A part of them have been changed into sown meadows.

11. It has been determined differences in the properties and genesis of the soils developed at different by the age and composition of parent rocks. The soils of the reserve are rowed according increasing thickness of the profile and humus reserves: developed on eluvium of eruptive rocks – resetelled kaolin clays – montmorillonite – hydromicaceous loams and clays. 2.5–5.6% C org is kept at the depth of 0–20 cm layer, its reserves in the layer of 0–0.5 m are 57–265 t/ha, in the layer of 0–1 m – 234–375 t/ha. The pasture soils differ from the plough lands by high content of humus (by 10–16%) and enrichment with liable fraction (28–40% from C org).

12. An increase of C org content in 0–20 cm layer of the soils is made up 0.4–0.8% after 18 years of self-restoration or 14–25% or 60–100 g C/m² annually. Accumulation of C org is less intensive in the soils of the former pastures as compared to the postagrogenic analogs and in the meadow-chernozems soils relative to the chernozems. At self-restoration most soils of the reserve showed an increase of the car-

bon content of the liable fraction. A part of the soils reached optimal carbon content of the liable fraction (0.3%) and the light fraction (more than 25% from C org). Upon 18 years of reservation conditions the microorganisms' biomass make up 500–800 $\mu\text{g/g}$ or 1.1–1.9% of C org, the basal respiration has reached 0.7–1.5 $\mu\text{g C-CO}_2/\text{g}$ per hour. These indices are maximal for the former pasture meadow-chernozemic soils and minimal for postagrogenic chernozems. An increase of C org and changes of its different forms depends greatly in reserve conditions from type of the soil and the former land use and to a lesser extent – from composition of the soil forming rocks. A lot of soils in the reserve require long period for rehabilitation of their state.

13. Emission of greenhouse gases (CO_2 , CH_4 , N_2O) from the surface and in the profile of the ancient and modern of the reserve soils has been investigated first by the method suggested by K. Inubushi et al. (2003; Illustration 15).

15. Nowadays the Reserve Arkaim is center for scientific research, a significant object of regional and partly nationwide tourism. There are a museum of “Man and Nature”, the historical park, an ethnographic open-air museum and other historical objects. The scientists of Reserve Arkaim and History Department of Chelyabinsk State University hold conferences regularly and deliver scientific reports in Russia and abroad. This enables us to understand the history of Eurasia in a new light and to extend knowledge of cultural heritage of the Bronze Age of the Southern Ural wider, showing the stability of the system of fortified settlements, intensive pastoralism, copper melting and pilot use of two-wheeled horse-drawn chariots by the Indo-Iranian tribes at the III–II millennium B.C.

Monitoring data of natural components in the reserve mode are important to determine the rate of the development of the soils and plant communities and can be used for land reclamation and restoration of natural pastures in the Ural region. Reconstruction of paleoecological conditions of the last epochs allows us to reveal regularities of climatic dynamics and evolution of natural components in the past and to make well-grounded forecast of their future development.

Creation of the Arkaim Reserve enabled us to save ancient archaeological memorials for future studies and to restore natural components in conditions of its annual visit by tens of thousands of the tourists.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

А.Я. Киргизы // Энциклопедический словарь Брокгауза и Эфрона. СПб., 1895. Т. XV. С. 101–108.

Айдинян Р.Х. Извлечение ила из почв. М., 1960. 10 с.

Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука, 2005. 223 с.

Александровский А.Л. Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене. М.: Наука, 1983. 150 с.

Алексеев В.Е. Минералогия почвообразования в степной и лесостепной зонах Молдовы. Диагностика, параметры, факторы, процессы. Кишинев, 1999. 220 с.

Алексеев А.О., Ковалевская И.С., Моргун Е.Г., Самойлова Е.М. О возможности использования магнитной восприимчивости для изучения эволюции почв // Эволюция и возраст почв СССР. Пушино: Изд-во НЦ БИ АН СССР, 1986. С. 101–109.

Ананьева Н.Д., Благодатская Е., Демкина Т.С. Пространственное и временное варьирование микробного метаболического коэффициента в почвах // Почвоведение. 2002. № 10. С. 1233–1241.

Андреев Ю.В. Историческая специфика греческой организации. Город и полис // Город как социокультурное явление исторического процесса. М.: Наука, 1995. С. 87–93.

Антимонов Н.П. Обнаружение археологических погребенных объектов на мультиспектральных космических снимках с помощью специализированной программы Image Media Center 0.5 // Geomatics. 2010. № 3. С. 67–71.

Аркаим: Исследования. Поиски. Открытия / Под ред. Г.Б. Здановича Челябинск: Каменный пояс, 1995. 223 с. (Сер.: По страницам древней истории Южного Урала).

Ахтырцев А.Б., Ахтырцев Б.П., Яблонских Л.Я. История формирования и эволюция почв лесостепи в голоцене // Вестник ВГУ. География, геоэкология. 2003. № 1. С. 30–41.

Бабаева Н.С. Древние верования горных таджиков Южного Таджикистана (конец XIX–начало XX вв.). Душанбе: Дониш, 1993. 156 с.

Базилевич Н.И. Геохимия почв содового засоления. М.: Наука, 1965. 351 с.

Балонов Ф.Р. Колесный транспорт сарматской эпохи // Археология Южной Сибири. Кемерово: КемГУ, 1980. С. 69–85.

Батанина И.М., Иванова Н.О. Археологическая карта заповедника Аркаим. История изучения археологических памятников // Аркаим: Исследования. Поиски. Открытия. Челябинск: Каменный пояс, 1995. С. 159–195.

Батанина Н.С., Шиманский Е.О., Батанин С.А. Аркаимская долина: 20 лет спустя (итоги исследования) // Аркаим: между прошлым и будущим.

Челябинск: Заповедник «Аркаим»; ЧелГУ, 2011. С. 11–30.

Бачура О.П. Определение сезона и возраста забоя животных по регистрирующим структурам из поселения Устье // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Челябинск: Рифей, 2009. С. 31–33.

Бачура О.П. Сезоны функционирования поселений скотоводов средней бронзы в Южном Зауралье // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Челябинск: Рифей, 2013. С. 272–276.

Бачура О.П., Зданович Г.Б., Косинцев П.А. Сезон и возраст забоя домашних копытных по регистрирующим структурам из укрепленного поселения Аркаим // Экология древних и традиционных обществ. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2011. Вып. 4. С. 11–12.

Баятизов У.Ш. Древнее городище Аркаим и объект «Стрела»: археоастрономическое исследование // Вестн. АН Республ. Башкортостан. 2004. Т. 9. № 1. С. 16–21.

Березкин Ю.Е. Аркаим как церемониальный центр: взгляд американиста // Конвергенция и дивергенция в развитии культур эпохи энеолита–бронзы Средней и Восточной Европы. СПб., 1995. С. 29–39. (Археолог. изыскания. Вып. 25).

Берсенева А.Г., Епимахов А.В., Зданович Д.Г. Синташтинский лук: археологические материалы и варианты реконструкции // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала: к 70-летию Г.Б. Здановича. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2010. Ч. 1. С. 82–95.

Бирюкова О. Н., Орлов Д.С. Состав и свойства органического вещества погребенных почв // Почвоведение. 1980. № 9. С. 49–66.

Бирюкова О.Н., Орлов Д.С., Бирюков М.В. Гумусное состояние погребенных почв лессовых отложений Минусинского межгорного прогиба // Почвоведение. 2008. № 5. С. 533–544

Бляхарчук Т.А. Изменения растительности и климата Западного Саяна и их взаимосвязь с развитием археологических культур региона во второй половине голоцена по данным спорово-пыльцевого анализа болотных отложений // Вестн. ТомскГУ. 2011. № 351. С. 145–151.

Болиховская Н.С. Эволюция климата и ландшафтов Нижнего Поволжья в голоцене // Вестник МГУ. Сер. География. 2011. № 2. С. 13–27.

Большев Н.Н. Генезис обыкновенных черноземов Приуйской части Западно-Сибирской низменности // Почвоведение. 1947. № 11. С. 660–669.

Бонгард-Левин Г.М., Грантовский Э.А. От Скифии до Индии. М.: Мысль, 1974. 124 с.

Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. М.: Мысль, 1988. 604 с.

Борисов Б.П., Ганжара Н.Ф., Таразанова Т.В. Диагностика степени выпуканности почв различных зон по содержанию легкоразлагаемых органических веществ // Известия ТСХА. 2004. Вып. 1. С. 34–39.

Бороффка Н. Некоторые культурные и социальные взаимосвязи в бронзовом веке Евразии // Комплексные общества Центральной Евразии в III–I тыс. до н. э.: Региональные особенности в свете универсальных моделей. Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 1999. С. 80–83.

Боталов С.Г., Григорьев С.А., Зданович Г.Б. Погребальные комплексы эпохи бронзы Большекараганского могильника // Материалы по археологии и этнографии Южного Урала: Челябинск: Каменный пояс, 1996. С. 64–88.

Боталов С.Г. Большекараганский могильник II–III вв. н.э. // Кочевники урало-казахстанских степей. Екатеринбург: Наука, 1993. С. 122–143.

Бушмакин А.Ф., Зайков В.В., 1997. Еленовское медно-турмалиновое месторождение – вероятный источник руды для медеплавильного производства Аркаима // Урал. минералог. сб. Миасс: Имин УрО РАН, 1997. Вып. 7. С. 221–232.

Вавилов Н.И. 1987. Пять континентов. М.: Мысль, С. 7–172.

Вадюнина А.Ф., Бабанин В.Ф. Магнитная восприимчивость некоторых почв СССР // Почвоведение. 1972. № 10. С. 56–66.

Валдайских В.В., Зданович Д.Г., Хэнкс Б. Опыт применения фосфатного метода в рамках почвенно-археологических исследований на укрепленном поселении Степное // Экология древних и традиционных обществ. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2011. Вып. 4. С. 17–19.

Варуценко С.И., Варуценко А.Н., Клиге Р.К. Изменение режима Каспийского моря и бессточных водоемов в палеовремени. М.: Наука, 1987. 239 с.

Величко А.А., Морозова Т.Д., Иванов И.В., Демкин В.А., Песочина Л.С. Основные черты почвенного покрова Восточной Европы в Атлантический период голоцена // Докл. АН. 1994. Т. 337. № 5. С. 667–671.

Виноградов Н.Б. Могильник бронзового века Кривое Озеро в Южном Зауралье. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2003. 362 с.

Виноградов Н.Б. Степи Южного Урала и Казахстана в первые века II тыс. до н. э. (памятники синташтинского и петровского типа). Челябинск: Абрис, 2011. 175 с.

Винокуров М.А. Материалы к познанию почв Южного Урала // Тр. Сиб. с.-х. академии. 1925. Т. 4. С. 19–51.

Волкова В.С., Белова В.А. О роли широколиственных пород в растительности голоцена Сибири // Палеопалинология Сибири. М.: Наука, 1980. С. 112–117.

Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 272 с.

Вязкова О.Е. Инженерно-геологические аспекты существования протогородской цивилизации на юге Урала // Геоэкология. 1998. № 6. С. 70–76.

Гайдученко Л.Л. Биологические остатки из укрепленных поселений «Страны городов» Южного Зауралья // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала: к 70-летию Г.Б. Здановича. Челябинск: Изд-во

Челяб. гос. ун-та, 2010. Ч. 1. С. 96–109.

Гайдученко Л.Л. Календарные сроки начала строительства круглоплавных укрепленных поселений эпохи средней бронзы в Южном Зауралье // Человек в пространстве древних культур: мат-лы Всерос. науч. конф. Челябинск: Заповедник «Аркаим», 2003. С. 10–13.

Гайдученко Л.Л. Композитная пища и освоение пищевых ресурсов населением Урало-Казахстанских степей в эпоху неолита–бронзы // Археолог. источник и моделирование древних технологий: Тр. музея-заповедника «Аркаим». Челябинск: СПЛИАЦ «Аркаим»; Ин-т истории и археологии УрО РАН, 2000. С. 150–169.

Гайдученко Л.Л., Зданович Д.Г. Пищевые пригары на сосудах из кургана 25 Большекараганского могильника // Аркаим: некрополь (по материалам кургана 25 Большекараганского могильника). Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2002. Кн. 1. Раздел II. § 3. С. 120–128.

Гайдученко Л.Л., Зданович Д.Г. Расчеты величин биомассы и поедаемой массы тела копытных в археозологических исследованиях // Археологический источник и моделирование древних технологий. Челябинск: СПЛИАЦ «Аркаим»; Ин-т истории и археологии УрО РАН; 2000. С. 45–72.

Гайдученко Л.Л., Зданович Д.Г., Куприянова Е.В., Хэнкс Б.К. Внутригодовая динамика населенности укрепленных поселений эпохи средней бронзы в Южном Зауралье // Экология древних и традиционных обществ. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2011. Вып. 4. С. 150–155.

Генинг В.Ф., Зданович Г.Б., Генинг В.В. Синташта. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1992. Ч. I. 408 с.

Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 232 с.

Геннадиев А.Н., Пузанова Т.А. Эволюция почвенного покрова Западного Прикаспия в голоцене // Почвоведение. 1994. № 2. С. 5–15.

Геоботаническая карта СССР. М 1: 4 000 000 / Под ред. Е.М. Лавренко, В.Б. Сочава. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1956.

Геоботаническое районирование СССР / Под ред. Е.М. Лавренко. М.–Л., 1947. (Тр. Комиссии по естественноисторическому районированию СССР. Т. 2. Вып. 2).

Геохимия ландшафтов Юго-Восточного Зауралья. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1966. 183 с.

Герасименко Н.П. Развитие зональных ландшафтов четвертичного периода на территории Украины. Автореф. дис. ... д. геогр. н. Киев, 2004. 40 с.

Гинзбург И.И. Основные результаты изучения древних кор выветривания в СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1957. № 12. С. 61–88.

Глазовская М.А. Почвы мира. М.: Изд-во Моск. ун-та. Ч. I. 1972. 231 с. Ч. II. 1973. 429 с.

Гольева А.А. Фитолиты и их информационная роль при исследовании при-

родных и археологических объектов. М., Сыктывкар, Элиста: 2001. 240 с.

Гольева А.А., Хохлова О.С. Реконструкция этапов создания Большого Синташтинского кургана (Челябинская область) на основе палеогеографических данных // Изв. РАН. Сер. географическая. 2010. № 6. С. 67–76.

Гольева А.А., Чичагов В.П., Чичагова О.А. Динамика природной среды Северо-Западной Калмыкии во второй половине голоцена // Изв. РАН. Сер. географ. 2006. № 2. С. 103–110.

Гордлевский В.А. Быт османцев в суевериях, представлениях и обрядах // Избр. соч. В 4-х т. М.: Наука, 1968. Т. 4. Этнография. История Востока. Рецензии. С. 76–84.

Горшенин К.П. Почвы Южной части Сибири (от Урала до Байкала) М.: Изд-во АН СССР, 1955. 592 с.

Григорьев С.А. Бронзовый век // Мосин В.С., Григорьев С.А. Древняя история Южного Зауралья. Челябинск, 2000. Т. I. Каменный век. Эпоха бронзы. Раздел. II. С. 241–442.

Григорьев С.А. Древние индоевропейцы. Опыт исторической реконструкции. Челябинск: Ин-т истории и археологии УрО РАН, 1999. 443 с.

Григорьев С.А. Металлургическое производство и культурные взаимодействия в эпоху бронзы в Урало-Иртышском междуречье // Этнические взаимодействия на Южном Урале: Мат-лы II рег. Науч.-практ. конф. Челябинск: Рифей, 2004. С. 48–50.

Губин С.В. Диагенез почв сухих степей, погребенных под искусственными насыпями // Почвоведение. 1984. № 6. С. 5–13.

Гумилев Л.Н. Ритмы Евразии. М.: Экопрос, 1993. 576 с.

Гутков А.И. Была ли сельскохозяйственная округа в бронзовом веке? // XIV Уральск. археол. совещание: тез. докл. Челябинск: Рифей, 1999. С. 69–70.

Гуцаки В.А. Кора выветривания Орского Зауралья // Кора выветривания. М.: Изд-во АН СССР. 1963. Вып. 5. С. 188–209.

Даржа В. Лошадь в традиционной практике тувинцев – кочевников. Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2003. 184 с.

Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении природы и общества. Пушино, 1997. 213 с.

Демкин В.А., Демкина Т.С. О возможности определения погребальной пищи в керамических сосудах бронзового и раннежелезного веков // Этногр. обозрение. 2000. № 4. С. 73–81.

Демкин В.А., Демкина Т.С., Борисов А.В., Якимов А.С., Сергацков И.В. Изменение почв и природных условий полупустынного Заволжья за последние 4000 лет // Почвоведение. 2004. № 3. С. 271–283.

Демкин В.А., Демкина Т.С., Зданович Д.Г. и др. Отчет по теме: «Реконструкция заупокойной пищи в глиняных сосудах из курганных захоронений с использованием фосфатного метода. Могильник Калмыцкая Мо-лельня». Челябинск, 1994. (Архив УНЦ изучения проблем природы и

человека ЧелГУ).

Демкин В.А., Ельцов М.В., Алексеев А.О., Алексеева Т.В., Демкина Т.С., Борисов А.В. Развитие почв Нижнего Поволжья за историческое время // Почвоведение. 2004. № 12. С. 1486–1497.

Демкин В.А., Иванов И.В. Развитие почв Прикаспийской низменности в голоцене Пушино, 1985, 164 с.

Демкин В.А., Рысков Я.Г., Русанов А.М. Изменения почв и природной среды степного Приуралья во второй половине голоцена // Почвоведение. 1995. №12. С. 1445–1452.

Демкина Т.С., Борисов А.В., Демкин В.А. Продуцирование CO₂ современными и погребенными почвами степной зоны в нативном и увлажненном состоянии // Почвоведение. 2010. № 9. С. 1108–1113.

Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. 228 с.

Дергачева М.И., Васильева Д.И. Палеопочвы, культурные горизонты и природные условия их формирования в эпоху бронзы в степной зоне Самарского Заволжья // Вопросы археологии Поволжья. 2006. Вып. 4. (Памяти И.Б. Васильева). С. 464–476.

Деревянко А.П., Шуньков М.В., Агаджанян А.К., Барышников Г.Ф., Гребенник Е.М., Малаева Е.М., Ульянов В.А., Кулик Н.А., Постнов А.В., Аношкин А.А. Природная среда и человек в палеолите Горного Алтая. Новосибирск: Изд-во ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2003. 448 с.

Динесман Л.Г. Голоценовая история биогеоценозов Русской равнины в позднем антропогене // История биогеоценозов СССР в голоцене. М.: Наука, 1976. С. 122–132.

Дирксен В.Г., Чугунов К.В. Турано-Уюкская котловина Тувы: изменения природных условий и динамика ее освоения в древности (опыт реконструкции) // Культурно-экологические области: взаимодействие традиций и культурогенез. СПб., 2007.

Древние цивилизации. М.: Мысль, 1989. 479 с.

Евдокимов И.В., Ларионова А.А., Шмитт М., Лопес де Гереню В.О., Бан М. Экспериментальная оценка вклада дыхания корней растений в эмиссию углекислого газа из почвы *in situ* // Почвоведение. 2010. № 12. С. 1486–1497.

Епимахов А.В. Демографические аспекты социальных реконструкций (по маг-лам синташтинско-петровских памятников) // XIII Уральск. археолог. совещание. Уфа: Вост. ун-т, 1996. Ч. 1. С. 58–60.

Епимахов А.В. О серпах, колодцах и земледелии бронзового века // Рос. археол. ежегодник. 2012. № 2. С. 253–259.

Епимахов А.В. О синташтинском земледелии (бронзовый век Южного Урала) // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. 2010а, № 2 (13). С. 36–41.

Епимахов А.В. Ранние комплексные общества севера Центральной Евразии (по материалам могильника Каменный Амбар-5). Кн. 1. Челябинск: ОАО «Челяб. дом печати», 2005. 192 с.

Епимахов А.В. Результаты радиоуглеродного датирования материалов поселения Устье // Древнее Устье: Укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье. Челябинск: Абрис, 2013. С. 388–392.

Епимахов А.В. Синташтинская радиоуглеродная хронология // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала: к 70-летию Г.Б. Здановича. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2010б. Ч. 2. С. 49–51.

Епимахов А.В. Южное Зауралье в эпоху средней бронзы. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. 170 с.

Епимахов А.В., Епимахова М.Г. О функциональности и нефункциональности погребальной посуды // Древняя керамика: проблемы и перспективы комплексного подхода. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2003. С. 77–84.

Еремченко О.З. Природно-антропогенные изменения солонцовых почв в Южном Зауралье. Пермь: ПермГУ, 1997. 319 с.

Еремченко О.З., Таранов В.В. Почвы музея-заповедника «Аркаим» // Природные системы Южного Урала: Челябинск: ЧелГУ, 1999. С. 132–146.

Ермолаев А.М. Ботанический и эколого-фитоценотический состав разновозрастных антропоизированных травянистых экосистем заповедника «Аркаим». Пушино, 1992. (Фонды заповедника «Аркаим»).

Ермолаев А.М. Динамика разновозрастных антропоизированных травянистых экосистем Аркаима // Природные системы Южного Урала. Челябинск: ЧелГУ, 1999. С. 164–183.

Железняк А. Танзания // National Geographic Traveler. Ноябрь. 2010–Январь. 2011. С. 66–77.

Жуковская Н.Л. Категории и символика традиционной культуры монголов. М.: Наука, 1988. 196 с.

Зайберт В.Ф., Зданович Г.Б. Основные закономерности становления хозяйства производящего типа в Урало-Казахстанских степях // Становление и развитие производящего хозяйства на Урале. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 70–83.

Зайков В.В., Зданович Г.Б., Юминов А.М. Медный рудник бронзового века «Воровская яма» (Южный Урал) // Россия и Восток: проблемы взаимодействия. Челябинск: ЧелГУ, 1995. Ч. V. Кн. 2. С. 157–162.

Зайков В.В., Зданович С.Я. Каменные изделия и минерально-сырьевая база каменной индустрии Аркаима // Археолог. источник и моделирование древних технологий: Челябинск: СПЛИАЦ «Аркаим»; Ин-т истории и археологии УрО РАН, 2000. С. 73–94.

Зайков В.В. Геологическое строение и полезные ископаемые района

музея заповедника «Аркаим» // Природные системы Южного Урала. Челябинск, 1999. С. 5–36.

Зданович Г.Б. Аркаим – культурный комплекс эпохи средней бронзы Южного Зауралья // Рос. археология. 1997. № 2. С. 47–62.

Зданович Г.Б. Урало-Казахстанские степи в эпоху средней бронзы. Дис. в виде науч. доклада... д. и. н. Челябинск, 2002. 55 с.

Зданович Г.Б., Батанина И.М. Аркаим – «Страна городов»: Пространство и образы. Челябинск: Крокус; Юж.-Урал. кн. изд-во, 2007. 260 с.

Зданович Г.Б., Гайдученко Л.Л. Заповедник «Аркаим» – перспективы исследования // Маргулановские чтения: тез. Петропавловск, 1992. С. 84–86.

Зданович Г.Б., Зданович Д.Г. «Страна городов» Южного Зауралья и некоторые аспекты освоения степей в эпоху бронзы // Stratum plus. 2001–2002. № 2. С. 486–502.

Зданович Д.Г. Аркаим: древность, модерн, постмодерн // Аркаим. 1987–1997: Библиогр. указатель. Челябинск: ЧелГУ, 1999. С. 8–51.

Зданович Д.Г. Археологические раскопки могильника Степное (Челябинская область) в 2006 году: Отчет. В 2-х т. Челябинск, 2013.

Зданович Д.Г. Жертвоприношения животных в погребальном обряде населения степного Зауралья эпохи средней бронзы. Автореф. дис... канд. ист. наук. Екатеринбург, 2005. 23 с.

Зданович Д.Г. Княженские курганы: точка на археологической карте // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала: к 70-летию Г.Б. Здановича: в 2 ч. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2010. Ч. 1. С. 162–178.

Зданович Д.Г. Могильник Большекараганский (Аркаим) и мир древних индоевропейцев Урало-Казахстанских степей // Аркаим: Исследования. Поиски. Открытия. Челябинск: Каменный пояс, 1995. С. 43–53.

Зданович Д.Г. Новые данные о женских наконечниках украшений эпохи бронзы (Южное Зауралье) // Куприянова Е.В. Тень женщины: женский костюм эпохи бронзы как «текст». Челябинск: Авто Граф, 2008. С. 204–216.

Зданович Д.Г. Синташтинское общество: социальные основы «квазигородской» культуры Южного Зауралья. Челябинск: СПЛИАЦ «Аркаим»; ЧелГУ, 1997. 93 с.

Зданович Д.Г. Сосуд из могильника Чекатай: к исследованию «знаковых» орнаментальных композиций эпохи бронзы // Древняя керамика: проблемы и перспективы комплексного подхода. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2003. С. 85–98.

Зданович Д.Г., Зданович Г.Б. Аркаим: археологический источник и его модель (проблемы и перспективы) // Процесс культуругенеза начальной поры эпохи поздней бронзы Волго-Уральского региона: Мат-лы междунар. науч. конф. Самара: ПГСГА, 2014. С. 55–64.

Зданович Д.Г. и др. Аркаим: некрополь (по материалам кургана 25 Большекараганского могильника). СПЛИАЦ «Аркаим»; Ин-т истории и

Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья, 2014

археологии УрО РАН. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2002. Кн. 1. 216 с.

Зданович Д.Г., Куприянова Е.В. Из опыта исследования погребальных комплексов эпохи бронзы в Южном Зауралье: могильник Степное VII // XVII Уральск. археолог. совещание. Екатеринбург–Сургут: Магеллан, 2007. С. 140–143.

Зданович Д.Г., Куприянова Е.В. Лошади и Близнецы: к «археологии ритуала» Центральной Евразии эпохи бронзы // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала: к 70-летию Г.Б. Здановича. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2010. Ч. 1. С. 130–161.

Зданович Д.Г., Куприянова Е.В. Парные захоронения лошадей в некрополях Центральной Евразии: археология, мифология, ритуал // Происхождение и распространение колесничества. Луганск: АН Республики Украина, 2008. С. 188–197.

Золотарева Б.Н., Демкин В.А. Гумус палеопочв археологических памятников сухих степей Волго-Донского междуречья // Почвоведение. 2013. № 3. С. 271–283

Золотун В.Н. Развитие почв юга Украины за последние 50–45 веков. Автореф. ... дис. д. с.-х. н. Киев, 1974. 74 с.

Иванов В.В. Древнебалканские названия священного царя и символика царского ритуала // Палеобалканистика и античность. М.: Наука, 1989. С. 6–13.

Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.: Наука, 1992. 144 с.

Иванов И.В. Аркаим – ландшафтно-исторический заповедник. Проблемы и феномены // Аркаим: Исследования. Поиски. Открытия. Челябинск: Каменный пояс, 1995. С. 9–20.

Иванов И.В. Общая и региональная изменчивость биоклиматических условий и почвообразования аридной области умеренного пояса Евразии в голоцене // Проблемы древнего земледелия и эволюции почв в лесных и степных ландшафтах Европы. Белгород, 2006. С. 111–114.

Иванов И.В. Теоретические основы определения времени погребения почв по концентрации 14С в их гумусе // Геохимия ландшафтов и география почв (к 100-летию М.А. Глазовской). М.: Географический ф-т МГУ, 2012. С. 134–135.

Иванов И.В. Исследование почв археологических памятников: развитие, научные идеи и некоторые результаты // Матер. Всерос. науч. конф. по археологическому почвоведению. Пушкино, 2014. 16–27 с.

Иванов И.В., Лисецкий Ф.Н. Сверхвсковая периодичность солнечной активности и почвообразование // Биофизика. 1995. Т. 40. Вып. 4. С. 905–910.

Иванов И.В., Манахов Д.В. Структура почвенного покрова черноземных степей Зауральского плато (на примере заповедника «Аркаим») // Почво-

ведение. 1999. № 8. С. 958–969.

Иванов И.В., Манахов Д.В. Организация почвенного покрова поверхностей выравнивания степного Зауралья // Природные системы Южного Урала. Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 1999а. С. 104–131.

Иванов И.В., Матыченков В.В. Изменения почв и климатических условий в Приазовье в эпоху бронзы // Северо-Восточное Приазовье в системе Евразийских древностей (энеолит-бронзовый век). Донецк, 1996. Ч. 2. С. 77–80.

Иванов И.И., Табанакова Е.Д. Изменение мощности гумусового горизонта и эволюция черноземов Восточной Европы в голоцене (механизмы, причины, закономерности) // Почвоведение. 2003. № 9. С. 1029–1042.

Иванов И.В., Чернянский С.С. Общие закономерности развития черноземов Евразии и эволюция черноземов Зауралья // Почвоведение. 1996. № 9. С. 1045–1055.

Иванов И.В., Чернянский С.С. Вопросы археологического почвоведения и некоторые результаты палеопочвенных исследований в заповеднике Аркаим // Археолог. источник и моделирование древних технологий: тр. музея-заповедника «Аркаим». Челябинск: СПЛИАЦ «Аркаим»; Ин-т истории и археологии УрО РАН, 2000. С. 3–16

Иванов И.В., Демкин В.А., Губин С.В. Эволюция почв юго-востока ЕТС в среднем и позднем голоцене // Генезис, плодородие и мелиорация почв. Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1980. С. 20–32.

Иванов И.В., Козут Б.М., Маркина Л.Г. Сравнительная характеристика гумуса целинных, пахотных и погребенных черноземов./ Закономерности изменения почв при антропогенных воздействиях и регулировании состояния и функционирования почвенного покрова. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2011. С. 108–115.

Иванова Е.Н. Засоленные почвы Челябинского уезда // Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Вып. 1. Л. 1926. С. 282–304.

Йеттмар К. Религии Гиндукуша. М.: Наука, 1986. 524 с.

Каздым А.А. Курганы и могильники как техногенные формы рельефа и процессы аутигенеза // Пятые Всерос. науч. чтения памяти ильменского минералога В.О. Полякова. Миасс, 2004. С. 54–58.

Каздым А.А. Палеоэкология древних сообществ – попытка реконструкции древнего техногенного воздействия (на примере «Страны городов») // Вестн. Челяб. гос. ун-та. Сер. 10. Востоковедение. Евразийство. Геополитика. 2003. № 2 (3). С. 125–141.

Каздым А.А. Техногенные отложения древних и современных урбанизированных территорий: палеоэкологический аспект. М.: Наука, 2006. 158 с.

Каландаров Т.С. Жилище в обрядах и верованиях народов Памира // Полевые исследования Ин-та этнологии и антропологии. 2004. М.: Наука, 2006. С. 217–235.

Карамышева З.В., Рачковская Е.И. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. Л.: Наука. 1973. 278 с.

Кершенс М. Значение содержания гумуса для плодородия почв и круговорота азота // Почвоведение. 1992. № 10. С. 42–46

Киселева Н.К. Биогеоценозы Северного Прикаспия в голоцене // История биогеоценозов СССР в голоцене. М.: Наука, 1976. С. 244–260.

Классификация почв России. Смоленск: Ойкумена, 1997. 236 с.

Клейменова Г.И. Палинологические исследования послеледниковых отложений по разрезам Лахтинского и Шуваловского болот // Вест ЛГУ. 1975. № 12. С. 94–103.

Клейн Л.С. Возникновение кочевого скотоводства // Скифо-сибирское культурное единство: Мат-лы I Всесоюзн. археолог. конф. Кемерово: КемГУ, 1980. С. 30–36.

Клейн Л.С. Время кентавров. Степная прародина греков и ариев. СПб.: Евразия, 2010. 496 с.

Климанов В.А., Серебряная Т.А. Изменение растительности и климата Среднерусской возвышенности в голоцене // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1986. № 1. С. 26–37.

Климат Челябинской области. Челябинский гидрометеоцентр. <http://chelpogoda.ru/pages/490.php>

Козут Б.М. Принципы и методы оценки содержания трансформируемого органического вещества в пахотных почвах // Почвоведение. 2003. № 3. С. 308–316.

Козловски П. Культура постомодерна / Пер. с нем. М.: Республика, 1997. 240 с.

Корнблум Э.А., Дементьева Т.Г., Зырин Н.Г., Бирин А.Г. Изменение глинистых минералов при образовании южного и слитого черноземов, лиманной солоды и солонца // Почвоведение. 1972. № 1. С. 107–114.

Косарев М.Ф. Древняя история Западной Сибири: человек и природная среда. М.: Наука, 1991. 302 с.

Косинцев П.А. «Колесничные» лошади // Кони, колесницы и колесничие степей Евразии. Екатеринбург–Самара–Донецк: Ин-т экологии животных и растений УрО РАН, 2010а. С. 21–54.

Косинцев П.А. Костные остатки животных из укрепленного поселения Аркаим // Археолог. источник и моделирование древних технологий: труды музея-заповедника «Аркаим». Челябинск: СПЛИАЦ «Аркаим»; Ин-т истории и археологии УрО РАН, 2000. С. 17–44.

Косинцев П.А. Охота и скотоводство у населения лесостепного Зауралья в эпоху бронзы // Становление и развитие производящего хозяйства на Урале. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 84–104.

Косинцев П.А. Проблемы изучения хозяйства синташтинской культур // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала: к 70-летию

Г.Б. Здановича. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2010б. Ч. 2. С. 52–58.

Косинцев П.А., Бачура О.П. Археозоологическая коллекция из раскопок укрепленного поселения Устье I // Древнее Устье: Укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье. Челябинск: Абрис, 2013. С. 363–387.

Краснов Ю.А. Раннее земледелие и животноводство в лесной полосе Восточной Европы II тыс. до н.э.–I тыс. н.э. М.: Наука, 1971. 166 с.

Крашенинников И.М. Растительность Южного Урала // Природа Урала. Свердловск, 1936. С. 140–160.

Крашенинников И.М., Кучеровская-Рожанец С.Е. Растительность Башкирской АССР // Природные ресурсы Башкирской АССР. Т. 1. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 154 с.

Кристиансен К. Война в эпоху бронзы // Бронзовый век. Европа без границ. Четвертое–первое тысячелетия до новой эры. СПб.: Чистый лист, 2013. С. 194–205 (на нем. и рус. яз.).

Крупеников И.А. Погребенные почвы нижнего Траянова вала и некоторые вопросы палеопочвоведения // Охрана природы Молдавии. Кишинев. 1960. Вып. 1. С. 55–69.

Кудяров В.Н., Демкин В.А., Гиличинский Д.А., Горячкин С.В., Рожков В.А. Глобальное изменение климата и почвенный покров // Почвоведение. 2009. № 9. С. 1027–1042.

Кузнецов П.Ф. 40 лет Средневожской археологической экспедиции: Краеведческие записки / Отв. ред. Л.В. Кузнецова Самара: ООО «Офорт», 2010. 280 с.

Куприянова Е.В. Тень женщины: женский костюм эпохи бронзы как «текст». Челябинск: Авто Граф, 2008. 244 с.

Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О. Влияние температуры и влажности на эмиссию N₂O из некоторых пахотных почв // Почвоведение. 2010. № 8. С. 984–994.

Кушнициренко Ю.Д. К истории почвенно-агрохимических исследований в Зауралье. Сб. науч. работ. Челябинск: Уральский НИИСХ, Челябинская гос. с-х опытная станция. 1975. Вып. 5. С. 6–87.

Лавренко Е.М. Степи и сельскохозяйственные земли на месте степей // Растительный покров СССР. Т. 2. М.–Л. 1956. С. 595 – 730.

Лаврушин А.Ю., Спиридонова Е.А. Отчет: «Новые материалы по геологии и палеоэкологии аркаимских сообществ». Челябинск, 1996. (Архив УНЦ изучения проблем природы и человека ЧелГУ).

Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А. Основные геолого-палеоэкологические события конца позднего плейстоцена и голоцена на восточном склоне Южного Урала // Природные системы Южного Урала: Челябинск: ЧелГУ, 1999. С. 66–104.

Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А. Результаты палеогеоморфологических исследований на стоянках неолита–бронзы в бассейне р. Самары // Моргу-

нова Н.Л. Неолит и энеолит юга лесостепи Волго-Уральского междуречья. Оренбург, 1995. С. 177–200.

Ларионова А.А., Иванникова Л.А., Демкина Т.С. Методы определения эмиссионных CO₂ из почв // Дыхание почв. Пушкино: НЦБИ, 1993. С. 11–26.

Левит А.И., Миронычева-Токарева Н.П. Степные и лесостепные ландшафты юга Челябинской области и их трансформация. Челябинск: Изд-во «Крокус», 2005. 196 с.

Леонтович Ф.И. К истории права русских инородцев. Калмыцкое право. Одесса, 1880. Ч. 1.

Летков Л.А., Рожанец М.И. Провинциальные особенности черноземов Южного Зауралья // Материалы по географии и картографии почв СССР. Т. XXX. М.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 179–210.

Ливеровский Ю.А. Почвы СССР. Географическая характеристика. М.: Мысль, 1974. 462 с.

Лопес де Гореню В.О., Курганова И.Н., Ермолаев А.М., Кузяков Я.В. Изменения пулов органического углерода при самовосстановлении пахотных черноземов // Агробиохимия. 2009. № 5. С. 1–9

Любчанский И.Э., Тауров А.Д. Аркаимская долина в раннем железном веке // Аркаим: Исследования. Поиски. Открытия: Тр. заповедника «Аркаим». Челябинск: Каменный пояс, 1995. С. 63–78.

Мазыро М.М. Почвы южной части Оренбургского уезда Оренбургской губернии // Тр. Оренб. почв. бот. бюро. Вып. 2. 1926.

Максимов Е.В. Голоцен (ритмический вариант системы Блитта-Сернандера) // Изв. Всесоюз. геогр. общ-ва. 1986. Вып. 1. С. 10–28.

Маландин Г.А. Почвы Урала. Принципы агротехники и мелиорации. Свердловск: Свердловгиз, 1936. 327 с.

Малютина Т.С., Зданович Г.Б. Поселение «Каменный Брод» – спутник укрепленного центра Аркаим. Стратиграфические горизонты и ритмы повторов жизненных циклов в «Стране городов» // Археол. памятники Оренбуржья. Оренбург: ОГПУ, 2012. Вып. 10. С. 50–62.

Малютина Т.С., Зданович Г.Б. Могильник Кизильский I: у истоков строительства аркаимских крепостей // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Челябинск: Рифей, 2013. С. 51–64.

Малютина Т.С., Зданович Г.Б., Гаврилюк А.Г. Некрополи укрепленного поселения Аркаим: Александровский IV. Захоронения патриархов Аркаимской долины // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала: к 70-летию Г.Б. Здановича. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2010. Ч. 1. С. 179–206.

Маннай-оол М.Х. Тувинцы Монголии: традиции и современность // Учен. зап. Тувинского науч.-исслед. ин-та языка, лит-ры и истории. Кызыл, 1995. Сер. историческая. Вып. XVIII. С. 56–62.

Массон В.М. Ранние комплексные общества Восточной Европы // Древние общества юга Восточной Европы в эпоху палеометалла. СПб.:

Европейск. Дом, 2000. С. 135–166.

Мерперт Н.Я. Древнейшие скотоводы Волжско-Уральского междуречья. М.: Наука, 1974. 173 с.

Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. М.: Наука, 1978. 211 с.

Моисеев Д.А. Материалы к ботаническим исследованиям в заповеднике «Аркаим», Челябинск, 1992. (Фонды заповедника «Аркаим»).

Моисеев Д.А. Флора и растительность степного Зауралья: на примере заповедника Аркаим. Автореф. дис. ... к. б. н. Екатеринбург, 2001. 24 с.

Молчанов И.В. Орудийный комплекс рубежа средней и поздней бронзы Южного Зауралья. Автореф. дис. ... к. и. н. Казань, 2013. 24 с.

Монгуш М.В. Тувинцы в Китае: проблемы истории, языка и культуры // Учен. зап. Тувинского науч.-исслед. ин-та языка, лит-ры и истории. Кызыл, 1995. Сер. историческая. Вып. XVIII. С. 30–56.

Мухиддинов И. Земледелие горных таджиков Вакхана и Ишкашима в XIX–начале XX вв. М.: Наука, 1975. 123 с.

Некрасова О.А. Гуминовые кислоты почв Южного Урала и оценка возможностей их использования при палеореконструкциях природной среды. Автореф. дис. ... к. б. н, Томск, 2002. 24 с.

Нелин Д.В. Вооружение и военное дело населения Южного Зауралья и Северного Казахстана эпохи бронзы. Автореф. дис. ... к. ист. н. Уфа, 1999. 23 с.

Неуструев С.С. О почвенных комбинациях равнин и горных стран // Генезис и география почв. М.: Наука, 1977.

Никитин А.Л. Древние поселения и ритмы гидросферы // Природа. 1978. № 1. С. 33–43.

Николаев В.А. Ландшафты заповедника «Аркаим» // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География, 2009. № 5. С. 43–52.

О почвах Урала, Западной и Центральной Сибири. М., 1962. 306 с.

Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 271 с.

Осычнюк В.В., Билык Г.И., Генов А.П., Щупранов Н.П. Растительный покров // Почвенно-богеоценологические исследования в Приазовье. М.: Наука, 1976. Вып. 2. С. 37–122.

Песочина Л.С. Закономерности изменчивости почв и природных условий Приазовья за историческое время // Проблемы эволюции почв. Пушино, 2003. С. 145–151.

Песочина Л.С. Палеопочвенные исследования курганного могильника «Российский-II» в Ростовской области // Матер. Всерос. науч. конф. по археологическому почвоведению. Пушино, 2014. С. 144–150.

Петров В.П. Основы учения о древних корах выветривания. М.: Недра, 1967. 343 с.

Петров Ф.Н. Материалы исследований одиночного менгира Лисьи Горы // Куприянова Е.В. Тень женщины: женский костюм эпохи бронзы как «текст». Челябинск: Авто Граф, 2008. С. 236–243.

Петров Ф.Н. Объемы сосудов 25 кургана Большекараганского могильника // Аркаим: некрополь (по материалам кургана 25 Большекараганского могильника). Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2002. Кн. 1, раздел II. § 2. С. 119–120.

Петров Ф.Н., Вербовецкий М.Э. Отчет по теме: «Создание типологии форм сосудов керамического комплекса городища Аркаим». Челябинск, 1996. (Архив УНЦ изучения проблем природы и человека ЧелГУ).

Плеханова Л.Н. Почвы заповедника «Аркаим» в свете антропогенных преобразований // Степи и лесостепи Зауралья: материалы к исследованиям. Челябинск: СПЛИАЦ «Аркаим», 2006. С. 132–165.

Плеханова Л.Н., Демкин В.А., Зданович Г.Б. Эволюция почв речных долин степного Зауралья во второй половине голоцена. М.: Наука, 2007. 236 с.

Плеханова Л.Н., Демкин В.А., Манахов Д.В. Палеопочвенные исследования курганов эпох бронзы и раннего железа (II тыс. до н.э.–I тыс. н.э.) в степном Зауралье // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2005. № 4. С. 3–10.

Плеханова Л.Н., Демкин В.А. Древние нарушения почвенного покрова речных долин степного Зауралья // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1102–1111.

Побединцева И.Г. Почвы на древних корах выветривания. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. 190 с.

Полякова Е.Л. К вопросу о культурной принадлежности мегалитических памятников Южного Зауралья // Древняя и традиционная культура Казахстана в исследованиях молодых ученых. Караганда: Санат, 2004. С. 89–91.

Полякова Е.Л. Культовые камни эпохи поздней бронзы: структура и миф // Астрономическое и мировоззренческое содержание археологических памятников Южного Урала: Тез. докл. полевого семинара. Челябинск: ЧелГУ, 2006. С. 21–24.

Придворев Н.И., Дедов А.В., Верзилин В.В., Королев Н.Н. О негидролизуемом остатке гумуса черноземов // Почвоведение. 2006. № 4. С. 450–457.

Приходько В.Е. Внутригоризонтные морфоны степных почв и их трансформация под влиянием орошения // Почвоведение. 2005. № 11. С. 1285–1396.

Приходько В.Е., Иванов И.В., Манахов Д.В., Герасименко Н.П., Инубуши К., Кавашигашаи М., Нагано Х., Сугихара С. Палеопочвы, растительность и климат Южного Зауралья в эпоху Средней бронзы // Почвоведение. 2013. № 9. С. 1027–1036.

Приходько В.Е., Иванов И.В., Манахов Д.В., Манахова Е.В. Почвы и почвенный покров заповедника Аркаим (степное Зауралье) // Почвоведение.

ние. 2012. № 8. С. 725–739.

Приходько В.Е., Иванов И.В., Манахов Д.В., Соколова Т.А., Чернянский С.С. Физико-химическая и минералогическая характеристики Степных палеопочв Зауралья // Вестник Моск. ун-та. Сер. Почвоведение. 2013. № 1. С. 13–22

Приходько В.Е., Манахов Д.В. Изменение органического вещества почв степного Зауралья в заповедном режиме // Почвоведение. 2014. № 4. С. 401–409.

Приходько В.Е., Манахова Е.В., Манахов Д.В., Плеханова Л.Н., Захарова Ю.В. Изменение состояния гумуса почв степного Зауралья в заповедном режиме // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2006. № 3. С. 10–17.

Пузанова Т.А. Естественная и антропогенная эволюция почвенного покрова Западного Прикаспия. Автореф. дис. ... к. геогр. н. М., 1992. 24 с.

Пунегов Б.Н. Микромагнитная съемка при археологических исследованиях (на примере Аркаима) // Урал. геофиз. вестник. 2009. № 1. С. 50–58.

Пьянков И.В. Аркаим и индоиранская вара // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала: к 70-летию Г.Б. Здановича. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2010. Ч. 1. С. 56–64.

Радлов В.В. Из Сибири: Страницы дневника. М.: Наука, 1989. 749 с.

Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 406 с.

Ратцель Ф. Народоведение / Пер. с нем. Д.А. Коробчевского. СПб.: Книгоиздат. тов-во «Просвещение». 1901. Т. 2.

Ренфрю К. Индоевропейская проблема и освоение евразийских степей: вопросы хронологии // Вестн. древней истории. 2002. № 2. С. 20–32.

Ривкина Е.М., Краев Г.Н., Кривушин К.В., Лауринавичюс К.С., Федоров-Давыдов Д.Г., Холодов А.Л., Щербакова В.А., Гиличинский Д.А. Метан в вечномёрзлых отложениях Северо-Восточного сектора Арктики // Криосфера Земли. 2006. Т. X. № 3. С. 23–41.

Роде А.А. К вопросу о понятии гидроморфности почв в применении к классификации гидроморфных почв степной, сухостепной и полупустынных зон // Почвоведение. 1959. № 10. С. 1–13.

Рубцов Н.И., Привалова Л.А., Крюкова И.В. Краткий биоэкологический анализ из флоры Крыма // Ботан. журн. 1961. Т. 46. № 8. С. 1087–1097.

Русский чернозем – 100 лет после Докучаева, М.: Наука, 1983, 304 с.

Рыбалко А.А. История и быт казаков Новолинейного района // Аркаим: Исследования. Поиски. Открытия. Челябинск: Каменный пояс, 1995. С. 117–134.

Рыкушина Г.В. Антропологическая характеристика населения эпохи бронзы Южного Зауралья по материалам могильника Кривое Озеро // Виноградов Н.Б. Могильник бронзового века Кривое Озеро в Южном Зауралье. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2003. С. 345–360.

Рысков Я.Г., Демкин В.А. Развитие почв и природной среды степей

Южного Урала в голоцене. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. 167 с.

Рябогина Н.Е., Иванов С.Н., Семочкина Т.Г. Изменение палеогеографических условий Тоболо-Ишимья в среднем и позднем голоцене как основа для реконструкции среды обитания древнего человека. 2005. <http://www.ipdn.ru/rics/doc0/DN/2-gya-i-s.htm>.

Сергеева О.В. Поселения и постройки эпохи поздней бронзы Нижнего Поволжья (пространственный, социологический и палеодемографический аспекты). Автореф. дис. ... к. и. н. СПб., 2007. 24 с.

Серебряная Т.А. Взаимоотношения леса и степи на Среднерусской возвышенности в голоцене (по палеоботаническим и радиоуглеродным данным) // История биогеоценозов СССР в голоцене. М.: Наука, 1976. С. 159–166.

Серебряная Т.А. Динамика границ Центральной лесостепной в голоцене // Вековая динамика биогеоценозов. Чтения памяти ак. В.Н. Сукачева. М.: Наука, 1992. С. 54–71.

Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпешта И.И. Глинистые минералы в почвах. М., 2005. 336 с.

Спиридонова Е.А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене–голоцене. М.: Наука, 1991. 221 с.

Спиридонова Е.А., Алешинская А.С. Периодизация неолита–энеолита Европейской России по данным палинологического анализа // Рос. археология. 1999. № 1. С. 23–33.

Стольников Е.В., Ананьева Н.Д., Чернова О.В. Микробная биомасса, ее активность и структура в почвах старовозрастных лесов Европейской территории России // Почвоведение. 2011. № 4. С. 479–494.

Стоянов Н.А. Ботанико-географический очерк Болгарии // Ботан. журн. 1956. Т. 41. № 8. С. 851–862.

Сычева С.А. Ритмы почвообразования и осадконакопления в голоцене (сводка ¹⁴C-данных) // Почвоведение. 1999. № 6. С. 1–11.

Таиров А.Д. Изменения климата степей и лесостепей Центральной Евразии во II–I тыс. до н. э. Материалы к историческим реконструкциям. Челябинск: Рифей, 2003. 68 с.

Татаринов С.Ф. К характеристике черноземов Южного Зауралья // Почвоведение. 1949. № 7. С. 387–393.

Тибелюс В.Я. Результаты геофизических исследований на Аркаиме // Россия и Восток: проблемы взаимодействия. Мат-лы конф. Челябинск: ЧелГУ, 1995. Ч. V. Кн. 2. С. 184–193.

Травникова Л.С. Закономерности гумусонакопления: новые данные и их интерпретация // Почвоведение. 2002. № 7. С. 832–843.

Турков В.Г. Многовековая ритмика природной среды и динамика лесного биогеоценозического покрова среднеуральского низкогорья в антропогене // Взаимосвязь среды и лесной растит. на Урале. Свердловск, 1981. С. 3–39.

- Уиттекер Р.* Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.
- Фиельструп Ф.А.* Из обрядовой жизни киргизов начала XX века. М.: Наука, 2002. 300 с.
- Философов В.П.* Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1975. 123 с.
- Фокин А.Д.* Включение органических веществ и продуктов их разложения в гумусовые вещества почвы // Изв. ТСХА. 1974. Вып. 6. С. 99–110.
- Хотинский Н.А.* Взаимоотношение леса и степи по данным изучения палеогеографии голоцена // Эволюция и возраст почв СССР. Пушино: Изд-во ОНТИ, 1986. С. 46–54.
- Хотинский Н.А.* Голоцен Сев Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.
- Хотинский Н.А.* Голоценовые хроносрезы: дискуссионные проблемы палеогеографии голоцена // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М., 1982. С. 142–147.
- Хотинский Н.А., Савина С.С.* Палеоклиматические схемы территории СССР в бореальном, атлантическом и суббореальном периодах голоцена // Изв. АН СССР. Сер. География. 1985. № 4.
- Хохлов А.А.* Демографические особенности населения эпохи бронзы бассейна реки Самара // Материальная культура населения бассейна реки Самары в бронзовом веке. Самара, 2003. 112–125 с.
- Хохлов А.А.* Демографические процессы в северной половине Волго-Уралья в эпохи энеолита и бронзы // Кони, колесницы и колесничие степей Евразии. Екатеринбург–Самара–Донецк: Ин-т экологии животных и растений УрО РАН, 2010. С. 133–152.
- Хохлова О.С., Кузнецова А.М., Хохлов А.А., Моргунова Н.Л., Чичагов О.А.* Палеопочвы курганов ямной культуры степной зоны Приуралья // Почвоведение. 2008. № 5. С. 481–490.
- Хохлова О.С., Хохлов А.А., Гольева А.А., Зданович Г.Б., Малютина Т.С.* Естественно-научные исследования Большого Синташтинского кургана в Челябинской области // Вестник ОГУ. № 10(92). 2008. С. 150–156
- Хохлова О.С., Хохлов А.А., Моргунова Н.Л., Юстус А.А.* Короткие хроноряды палеопочв Скворцовского курганного могильника в долине р. Бузулук (Оренбургская область) // Почвоведение. 2010. № 9. С. 1038–1050.
- Чендев Ю.Г.* Естественная эволюция почв Центральной лесостепи в голоцене. Белгород: Изд-во БГУ, 2004. 200 с.
- Чендев Ю.Г., Иванов И.В.* Динамика почвенного покрова на юге Восточной Европы и в Южном Зауралье в суббореальном периоде голоцена // Почвоведение. 2007. № 11. С. 1298–1308.
- Чернянский С.С.* История развития почв черноземного Зауралья во второй половине голоцена. Автореф. дис. ... к. геогр. н. М., 1999. 24 с.
- Чернянский С.С., Иванов И.В., Демкин В.А., Таиров А.Д.* Черноземы и солонцы Зауралья во второй половине голоцена: результаты почвенно-

археологических исследований // Курган с «усами» Солончанка-I. Тр. музея-заповедника «Аркаим». Челябинск, 1999. С. 98–138.

Чечушков И.В. Колесницы Евразийских степей эпохи бронзы // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. 2011. № 2 (15). С. 57–65.

Чечушков И.В. Колесничный комплекс эпохи поздней бронзы степной и лесостепной Евразии (от Днепра до Иртыша). Автореф. дис. ... к. и. н. М., 2013. 24 с.

Чичагов В.П. Антропогенная деструкция аридных равнин в позднем голоцене // Изв. РАН. Сер. географ. 2005. № 6. С. 54–72.

Чичагова О.А. Радиоуглеродное датирование гумуса почв. М.: Наука, 1985. 157 с.

Чуков С.Н., Рюмин А.Г. Эволюция гуминовых веществ в изменяющейся окружающей среде // Гуминовые вещества в биосфере. Ч. I. СПб., 2010. С. 93–99.

Шиманский Е.О., Малютина Т.С., Зданович Д.Г. Материалы раннего железного века юга Челябинской области // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Челябинск: Рифей, 2013. С. 166–178.

Шнитников А.В. изменчивость общей увлажненности материков северного полушария // Записки ГО СССР. Т.16. Новая серия. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 337 с.

Чендев Ю.Г., Иванов И.В., Песочина Л.С. Тренды естественной эволюции черноземов Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2010. № 7. С. 779–787.

Якимов А.С., Демкин В.А., Алексеев А.О. Природные условия степей Нижнего Поволжья в эпоху средневековья (VIII–XIV вв. н.э.). М.: НИИ-Природа, 2007. 228 с.

Alekseev A., Alekseeva T., Maher B.A., Demkin V. Late Holocene climate reconstructions for the Russian steppe, based on mineralogical and magnetic properties of buried palaeosols // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2007, 249 (1–2). P. 103–127.

Alexandrovskiy A.L., Chichagova O.A., Shishlina N.I. ¹⁴C studies of burial mounds in the steppe zone: chronology and paleoenvironment // 11-th International Workshop on Isotope-Geochemical Research in Baltic region. Lohusalu, Estonia, 1996. P. 19.

Anderson J.P.E., Domsch K.H. A Physiological Method for the Quantative Measurement of Microbial Biomass in Soils // Soil Biol. Biochem. 1978. V. 10. No 3. P. 215–231.

Bersenev A., Epimakhov A., Zdanovich D. The Sintashta bow of the Bronze Age of the South Trans-Urals // Bronze Age warfare: manufacture and use of weaponry. Oxford, 2011. P. 175–186. (BAR International Series 2255).

Binford L. Mortuary practices: Their study and their potential // Memories of the Society for American Archaeology. 1971. V. 25. P. 6–29.

Blecker S.W., Yonker C.M., Olson C.G., Kelly E.F. Paleopedologic and geomorphic evidence for Holocene climate variation, Shortgrass Steppe, Colorado, USA // *Geoderma*. 1997. V. 76. № 1–2. P. 113–130.

Chen W., Wolf B., Zheng X., Yao Z., Butterbach-Bahl K., Bruggemann N., Liu C., Han S., Han X. Annual methane uptake by temperate semiarid steppes as regulated by stocking rates, aboveground plant biomass and topsoil air permeability // *Global Change Biol.* 2011. V. 17. P. 2803–2816.

Demkina T.S., Khomutova T.E., Kashirskaya N.N. et al. Age and Activation of Microbial Communities in Soils Burial Mounds and in Recent Surface Soils of Steppe Zone // *Eur. Soil Sci.* 2008. V. 41(13). P. 1439–1447.

Doonan R., Hanks B., Zdanovich D., Kupriyanova E., Pitman D., Batani-na N., Johnson J. Metals, society, and economy in the Late Prehistoric Eurasian steppe // *Archaeometallurgy in global perspective: Methods and synthesis*. N.Y.: Springer, 2014. P. 755–784.

Doonan R., Pitman D., Hanks B., Zdanovich D., Kupriyanova E. Die organisation der Metallurgie der Sintashta-Kultur // *Unbekanntes Kasachstan: Archäologie im Herzen Asiens*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, 2013. Bd. 1. S. 211–219.

Epimakhov A.V., Krause R. Relative and absolute chronology of the settlement Kamennyi Ambar // *Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlements in the Southern Urals (Russia)* / Eds. Krause R., Koryakova L.N. Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2013. P. 129–146.

Fairbridge R.W. Global climate change during 13500 b.h. Gotenburg geomagnetic excursion // *Nature*. 1977. V. 265. 5593. P. 430–431.

Ferguson R.B., Whitehead N.L. Preface to the second edition // *War in the tribal zone*. Santa Fe: School of American Research Press, 2005. P. xi–xxxv.

Frachetti M.D. Pastoralist landscapes and social interaction in Bronze Age Eurasia. Berkeley–Los Angeles–L.: University of California Press, 2008. 213 p.

Gayduchenko L.L. The biological remains from the fortified settlements of the Country of Towns of the South Trans-Urals // *Complex societies of Central Eurasia from the 3rd to the 1st Millennium BC: Regional specifics in light of global models*. Washington D.C.: Institute for the Study of Man, 2002. V. II. P. 400–416.

Guggenberger G., Zech W., Christensen B.T. Land-use effect on the composition of organic matter in particles-size separates of soils: II. CPMAS and solution ¹³C NMR analysis // *Europ. J. Soil Sci.* 1995. V. 46. P. 147–158.

Hanks B., Epimakhov A.V., Renfrew A.C. Towards a refined chronology the Bronze Age of the Southern Urals. *Antiquity*. 2007. V. 81. P. 353–367.

Hanson P.J., Edwards N.T., Garten C.T., Andrews J.A. Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: A review of methods and observations // *Biogeochem.* 2000. 48. P. 115–146.

Holst J., Liu C., Yao Z., Bruggemann N., Zheng X., Giese M., Butterbach-Bahl

K. Fluxes of nitrous oxide, methane and carbon dioxide during freezing-thawing cycles in an Inner Mongolian steppe // *Plant & Soil*. 2008. V. 308. P. 105–117.

Mosier A.R., Bronson K., Schimel D., Valentine D., Parton W. Methane and nitrous oxide fluxes in native, fertilized and cultivated grasslands // *Nature*. 1991. V. 350. P. 330–332.

Moiser A.R., Kroeze C. Contribution of agroecosystems to the global N₂O budget // *Int. Workshop on reducing N₂O emission from agroecosystems. Alberta Agricultural foods and rural Development. Banff., Alberta. Canada, March 3–5. 1999.*

Insam H., Domsch K.H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites // *Microbial Ecology*. 1988. V. 15. P. 177–188.

Inubushi K., Furukawa Y., Hadi A., Purnomo E., Tsuruta H. Seasonal changes of CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in relation to land-use change in tropical peatlands located in coastal area of South Kalimantan // *Chemosphere*. 2003. 52. P. 603–608.

Jones-Bley K. The Sintashta «chariots» // *Kurgans, ritual sites, and settlements Eurasian Bronze and Iron Age. Oxford, 2000. P. 135–140. (Bar International Series 890).*

Kadono A., Funakawa S., Kosaki T. Factors controlling mineralization of soil organic matter in the Eurasian steppe // *Soil Biol. Biochem*. 2008. V. 40. P. 947–955.

Kirillov A.K., Zdanovich D.G. Archaeoastronomical research in steppic Trans-Urals: Fortified settlements of the “Country of Towns” and their surroundings // *Астрономия древних обществ. М.: Наука, 2002. С. 151–158. (Текст на рус. яз. с. 158–161).*

Klimburg M. The arts and culture of Parun, Kafiristan ‘Sacred Valley’ // *Arts Asiatiques*. 2002. V. 57. P. 51–68.

Li Liu, Hong Xu Rethinking Erlitou: legend, history and Chinese archaeology // *Antiquity*. 2007. V. 81. 314. P. 886–902.

Lincoln B. *Priests, warriors and cattle: A study in the ecology of religion.* Berkeley: University of California Press, 1981. 242 p.

Lindstrom R.W. Anthropological characteristics of the population of the Bolshakaragansky cemetery, kurgan 25 // *Аркаим: некрополь (по материалам кургана 25 Большешкараганского могильника): в 2 кн. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2002. Кн. 1, раздел III. § 1. С. 159–164.*

Littauer M.A., Crowel J.H. The origin of the true chariot // *Antiquity*. 1996. V. 70. P. 934–939.

Mallory J.P. *In search of the Indo-Europeans: Language, archaeology and myth.* L.: Thames and Hudson, 1989. 288 p.

Molnár M., Joó K., Barczy A., Szántó Zs., Futó I., Palcsu L., Rinyu L. Dating of total soil organic matter used in kurgan studies // *18th International Radio-*

carbon Conference. Wellington, New Zealand. 2003. P. 23–25.

Nagano H., Prikhodko V.E., Sugihara S., Manakhov D.V., Ivanov I.V., Matsushima M., Okitsu S., Manakhova E., Zdanovich G.B., Funakawa S., Kawahigashi M., Inubushi K. Microbial biomass and greenhouse gaseous dynamics of Eurasian steppe soils with different land-use histories located in Arkaim of South Urals, Russia // *Soil Science Plant Nutrition*. 2012. V. 58. P. 238–244.

Oestigaard T. Cremation as transformations: when the dual cultural hypnotizes was cremated and carries away in urns // *European J. Archaeology*. 1999. V. 2. No 3. P. 345–364.

Okitsu S., Prikhodko V., Matsushima M., Inubushi K. Vegetation landscape around the Arkaim ecopreserve, southeastern Ural, Russia // *Hort Reserch*. 2011. No 65. P. 97–101.

Parker Pearson M. The archaeology of death and burial. Stroud: Sutton Publishing Limited, 1999. 250 p.

Post W.M., Kwon K.C. Soil carbon sequestration and land use change: processes and potential // *Global Change Biol*. 2000. V. 6. P. 317–327.

Privat K. Preliminary report of palaeodietary analysis of human and faunal remains from Bolshekaragansky kurgan 25 // Аркаим: некрополь (по материалам кургана 25 Большекараганского могильника). Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2002. Кн. 1, разд. III. Приложение. С. 166–171.

Quaternary Climates, Environments and Magnetism / Eds. Maher B.A., Thompson R. Cambridge: University Press, 1999. 390 p.

Renfrew C., Bahn P. Archaeology: theories, methods and practice. L.: Thames and Hudson. 1996. 640 p.

Retallack G.J. Soils of the Past: An introduction to paleopedology. Malden, USA: Blackwell Science. 2001. 404 p.

Schiffer M.B. The influence of cultural treatment on herding effectiveness of ceramic vessels // *J. Archaeol. Science*. 1990. V. 17. P. 373–381.

Schmidt M.W.I., Torn M.S., Abiven S., Dittmar T., Guggenberger G., Janssens I.A., Kleber M., Kögel-Knabner I., Lehmann J., Manning D.A.C., Nannipieri P., Rasse D.P., Weiner S., Trumbore S.E. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property // *Nature*. 2011. V. 478. P. 49–56.

Schreiber K.J., Kinting K.W. A test of the relationship between site size and population // *Amer. Antiquity*. 1996. V. 61. P. 573–579.

Shishlina N.I., Hiebert F.T. The steppe and the sown: Interaction between Bronze Age Eurasian Nomads and agriculturalists // *The Bronze Age and Early Iron Age peoples of Eastern Central Asia*. Washington DC. 1998. V. 1. P. 222–237.

Sick D.H. Cattle-theft and the birth of Mithras: Another look at Cumont's Vedic parallel // *J. Indo-European Studies*. 1996. V. 24. No 3–4. P. 257–276.

Strobbe A., Rühl L., Nekrasov E., Kosintsev P.A. Fish – an important dietary component in the settlement of Kamennyi Ambar // *Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlements in the Southern Urals (Russia) / Eds. R. Krause,*

L.N. Koryakova Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2013. P. 233–238.

Tucci G. On Swāt. The Dards and the connected problems // *East and West*. 1977. V. 27. No 1–4. P. 9–91, 94–103.

Vance E.D., Brookes P.C., Jenkinson D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C // *Soil Biol. Bioche.* 1987. 19. P. 703–707.

Walcot P. Cattle raiding, heroic tradition and ritual: The Greek evidence // *History of Religion*. 1979. V. 18. No 3. P. 326–351.

Weiss H. Desert storm // *Sciences*. 1996. V. 36. No 3. P. 30–36.

Wrage N., Lauf J., del Prado A., Pinto M., Pietrzak S., Yamulki S., Oenema O., Gebauer G. Distinguishing sources of N₂O in European grassland by stable isotope analysis // *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 2004. V. 18. P. 1201–1207.

Wynne M. Our women are free: Gender and ethnicity in the Hindukush. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 2004. 266 p.

Yepimakhov A.V. Complex societies and the possibilities to diagnose them on the basis of the archaeological data // *Complex societies of Central Eurasia from the 3rd to the 1st Millennium BC: Regional specifics in light of global models*. Washington DC.: Institute for the Study of Man, 2002. V. I. P. 139–147.

Zak D.R., Tilman D., Parmenter R.R., Rice C.W., Fisher C.M., Vose J., Milchunas D., Martin C.W. Plant production and soil microorganisms in late-successional ecosystems: a continental-scale study // *Ecology*. 1994. 75. P. 2333–2347.

Zaykov V.V., Yuminov A.M., Bushmakin A.Ph., Zaykova E.V., Tairov A.D., Zdanovich G.B. Ancient copper mines and products from base and noble metals in the Southern Urals // *Complex societies of Central Eurasia from the 3rd to the 1st Millennium BC: Regional specifics in light of global models*. Washington D.C.: Institute for the Study of Man, 2002. V. II. P. 417–442.

Zdanovich D.G., Gayduchenko L.L. Sintashta burial sacrifice: The Bolshekaragansky cemetery in focus // *Complex societies of Central Eurasia from the 3rd to the 1st Millennium BC: Regional specifics in light of global models*. Washington D.C.: Institute for the Study of Man, 2002. V. I. P. 202–231.

Zdanovich G.B., Zdanovich D.G. The «Country of Towns» of Southern Trans-Urals and some aspects of steppe assimilation in the Bronze Age // *Ancient interactions: east and west in Eurasia*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. P. 249–263.

Zdanovich G., Zdanovich D. Arkaim – Sintasta: experience de la mise en valeur des steppes eurasiatique a l' Age du Bronze // *L'Anthropologie*. 2010. V. 114. № 4 (Sept. 2010). P. 493–514.

ПРИЛОЖЕНИЕ

GPS-координаты почвенных разрезов 1992–1994 и 2009–2010 гг.

Заповедник Аркаим

Чернозем на каолиновых породах, бывшее пастбище

Разр. 43-1992 N52°40.218', E59°34.252'

Разр. 143-2000 N52°40.220', E59°34.330'

Разр. 42-1993 N52°40.158', E59°34.423'

Разр. 44-1993 N52°40.267', E59°34.082'

Разр. 202-92 и 43-93, N52°40.215', E59°34.275'

Разр. 203-09 N52°40.203', E59°34.305'

Разр. 45-93 N52°40.283', E59°34.018' чернозем неполноразвитый,
координаты вершины горы рядом с этим разрезом

Разр. 5-09 N52°39.273', E59°36.586', бывшая пашня, чернозем

Разр. 48-09 N52°39.297', E59°36.554', бывшая пашня, чернозем

Разр. 200-09 N52°39.267', E59°36.772' бывшее пастбище, чернозем

Разр. 201-09 N52°39.323', E59°36.809', серая лесная, лес

Разр. 1-ПП Аркаим N52°38.963', E59°34.315' палеопочва

Разр. 2-ПП Аркаим N52°38.962', E59°34.227' палеопочва

Разр. 3-ПП Аркаим N52°38.958', E59°34.325, палеочернозем

Фон 1-09 N52°38.905', E59°34.375', чернозем (супесь)

Фон 2-09 N52°38.877', E59°34.260', чернозем (ср. суг)

Разр. 7-1992 N52°39.348', E59°37.191' солодь в лесу

Разр. 8-992 N52°39.384', E59°37.276' солодь в лесу

Разр. 9-1992 лесная почва, около самой верхней сопки, в ложбине

Около пикетов 2–7 были разрезы в 1992 г.

Пикет 2, N52°39.332', E59°37.127'

Пикет 3 N52°39.311', E59°37.081'

Пикет 4 N52°39.301', E59°37.046'

Пикет 5 N52°39.295', E59°37.009'

Пикет 6 N52°39.288', E59°36.943', разр. 31-92

Пикет 7 N52°39.267', E59°36.802'

Разр. 204-10 N52°38.029', E59°35.636' солонец

Разр. 205-10 N52°38.094', E59°35.563' солонец

Разр. 206-10 N52°37.968', E59°36.021' солончак

Разр. 208-10 N52°37.974', E59°36.059' лугово-болотная почва, до 4 м

Разр. 208а-10 N 52 °37.988 , E 59°35.988 лугово-болотная почва

Разр. 208б-10 N52°38.027', E59°35.961' лугово-болотная почва, до 4,6 м

Разр. 209-10 литозем на базальтовой породе

Разр. 210-10 N52°38.098', E59°32.896' чернозем на риолитах
2009 г. переувлажненные почвы, измерение парниковых газов

Точка 1, h 317 м, N52°39.037', E59°34.264'

Точка 2, h 316 м, N52°39.055', E59°34.251'

Точка 3, h 316 м, N52°39.059', E59°34.246'

2010 г. переувлажненные почвы у р. Утяганка, около болота,
измерение парниковых газов

Точка 1, N52°37.998', E59°35.992'

Точка 2, N52°38.002', E59°35.028'

Точка 3, N52°37.975', E59°35.989'

п. Кизильское 2009 г.

Позднеямный курган, раскопки Г.Б. Здановича, Т.С. Малютиной

Разр. 1 ПП-К, N52°41.577', E58°55.175' палеочернозем

Разр. 2К-Фон - N52°41.472', E58°55.180' чернозем, пастбище

Разр. 3КФон, прикопка N52°41.464', E58°55.165'

Большой Синташтинский курган 2009 г.

Разр. 1 ПП-С-09, N52°29.170', E60°11.293', палеопочва (центр)

Расстояние от разр. 1 ПП до разр. 2 ПП – 8 м, от разр. 2 до
разр. 3 – 13 м, от разр. 3 до разр. 4 – 13 м, от разр. 4 до конца
бровки – 7 м. Разр. 5 ПП находится с другой стороны бровки,
почти напротив разр. 3 ПП

Разр. 6-Фон-С-09 N52°29.147', E60°11.443' до разр. 1-ПП 175 м

Разр. 7 С-09 Фон N52°29.207', E60°11.335'

Разр. 8 С-09 Фон N52°29.185', E60°11.180'

Поселение Аландское 2010 г., Оренбургская область

Разр. 217 ПП-10, N52°11.791', E59°53.134' палеосолонец

Разр. 214 Фон 1 N52°11.762', E59°53.171' солонец

Разр. 215 Фон 2 N52°11.767', E59°53.166' солонец

Разр. 216 Фон 3 N52°11.743', E59°53.186' солонец

АРКАИМ. ОПИСАНИЯ РАЗРЕЗОВ

Профиль 1

Разр. 1–92. *Чернозем выщелоченный, суп.* Разнотравно-злаковая ассоциация. Вскипание с 55–60 см. Апах 0–25, АВ 25–40, В 40–55, Вса 55–90, ВСса 90–135, D 135–200.

Разр. 2–92. *Чернозем выщелоченный легкосуглинистый.* Вскипание с 57 см, встречается белоглазка и прожилки карбонатов. Апах 0–24, АВ 24–37, В 37–57, ВСса 57–100, С 100–135 суп.

Разр. 3–92. *Черноземно-луговая почва, гл.* Апах 0–25, А 25–45, Аосол. 25–70, А 70–95, В 95–115, ВС 115–165, обилие марганцевых конкреций, оглеения нет.

Разр. 4–92. *Болотно-луговая глинистая почва.* Болотно-луговая ассоциация, Вскипание со 106 см. АО 0–2, Аосв 2–22, А намыт 22–60 л.с., Е 60–100 гл., сизовато-светло-серый с обилием ржавых участков, А 100–130

Разр. 5–92. *Чернозем осолоделый т.с.* Апах 0–27, Е 27–43, В 43–72 гл., Вса 72–100 гл., ВС 100–118 гл., D 118–135 суп.

Разр. 6–92. *Чернозем маломощный, солонцеватый, с признаками осолодения с.с., на коре выветривания.* Целина. Вскипание с 73 см. Апах 0–18, АВ 18–38 т.с., В 38–53 с.с., ВС 53–75 гл., С 95–110 каменистая глинистая кора выветривания, пестроцветная, гипергенно окарбонатенная, с обильной галькой, с карбонатными конкрециями.

Разр. 7–92. *Солодь неполноразвитая, гл.* Осиново-березовый лесок. Вскипания нет. О 0–2, А 2–8, Е 8–26, ЕВ 26–36, В 36–50, С 50–60 глина желто-коричнево-рыжая с обилием щебня.

Разр. 8–92. *Солодь глинистая.* Березово-осиновый лесок. Вскипание со 105 см. О 0–2, А 2–15, АЕ 15–28, Е 28–42, ЕВ 42–68 мелкие ортштейны d до 1 мм; ВС 68–100.

Разр. 9–92. *Серая лесная почва.* Сосновый лес. АО 0–4, А 4–10, ЕВ 10–20, В 20–35, ВС 35–50 мелкооружляковый с большими камнями d 5 см, тонкий белесый песок, С 50–100.

Разр. 10–92. *Чернозем обыкновенный, маломощный, т.с.* Залежь. Вскипание с 25–35 см по заклинкам. Апах 0–23, АВ 23–35 опесчаненный, Вса 35–55 опесчаненный с.с., ВСса 55–100 л.с.

Разр. 11–92. *Чернозем обыкновенный укороченный на риолитах.* Ковыльно-типчаково-полынная ассоциация. Вскипание с 37 см. А 0–20, АВ 20–37, ВС 37–50.

Разр. 16–93. *Чернозем южный, т.с.* Апах 0–18, АВ 18–38, В1са 38–54, В2 54–75, ВС 75–110. Вскипание с 18 см

Разр. 18–93. *Чернозем южный, т.с.* Апах 0–26, АВ 26–50, В1са 50–95, ВС 95–120, С 120–140, С 140–165. Вскипание с поверхности.

Разр. 21–91 *Чернозем обыкновенный, с.м., т.с.* Залежь. Апах 0–22, АВ 22–35, В1са 35–75, ВС 50–65, С 90–100.

Разр. 31–93. *Луговато-черноземная с.с.* А 0–25, АВ 25–40, В 40–55 т.с., ВС 55–70 т.с.

Разр. 32–93. *Солонец, т.с.* Вскипание с 26 см. А 0–10, АВна 10–26 гл., Впа 26–40 т.с.

Разр. 33–93. *Луговая почва, с.с.* Пойма, осоковая кочка диаметром ~ 1 м. Вскипает с поверхности. Ad 0–11, А 11–29, АВg 29–44

Разр. 34–93. *Аллювиальная с.с. почва.* Пойменное разнотравье с преобладанием осоки. Вскипание с поверхности, УГВ 1 м. Ad 0–7, А 7–54 суп., АВ 54–80 суп., ВС 80–140 песок.

Разр. 35–93. *Антропогенный солончак, т.с.* Голое пятно с солянковой растительностью и выцветами солей на поверхности. Вскипает с поверхности, УГВ 110 см. As 0–8, А 8–23, АВ 23–70, В 70–120.

Разр. 36–93. *Аллювиальная почва с.с.* Пойменное разнотравье. А 0–5, А 5–31, АВ 31–51, 51–61, 61–68 т.с., 68–81 т.с., ВС 81–143 т.с., G 143–165 гл.

Разр. 37–93. *Луговая почва с.с.* Разнотравная ассоциация, целина. Вскипание с 44–50 см, УГВ 128 см. Ad 0–5, А 5–8, 8–40, АВса 40–70 т.с., В 70–130, D 130–140 песок.

Разр. 39–93. *Чернозем выщелоченный, с.с.* Поле люцерны с частыми пятнами полыни. Вскипание с 70 см. Апах 0– 21, АВ 21–35, АВ 35–50, В2 50–73 л.с., Вса 73–120 суп., Dca 120–160 суп.

Разр. 40–93. *Черноземно-луговая, с.с.* Поле люцерны с частыми пятнами полыни. Вскипание с 93 см. Апах 0–22, А1 22–42, АВ 42–70, В 70–93, Вса 93–105.

Разр. 41–93. *Чернозем обыкновенный, т.с.* Ковыльно-разнотравная ассоциация, залежь. Вскипание с 53 см. Ad 0–3, Апах 3–23, Аос 23–53, Вса 53–85, С 85–110, D 110–160 гл.

Разр. 42–93. *Чернозем солонцеватый на каолиновых породах, т.с.* Голое пятно с редкой растительностью. Вскипание с поверхности по всему профилю. As 0–5, Апах 5–35, Вса 35–60 с.с., ВС 60–100 с.с., С 100–175 Черно-бурая железо-марганцевая плита.

Разр. 43–93. *Черноземно-луговая на каолиновых породах, с.с.* Ковыльно-типчачково-попынная ассоциация, целина. Вскипание с 70 см. Ad 0–3, А 3–37, АВ 37–70, Вса 70–103, ВС 103–130, С 130–150.

Разр. 44–93. *Чернозем обыкновенный на каолиновых породах, т.с.* Ковыльно-разнотравная ассоциация, целина. Вскипание с 30 см. Ad 0–5, А 5–30, АВса 30–50 с.с., ВСса 50–80 с.с., С 80–150.

Разр. 45–93. *Чернозем неполноразвитый.* Ковыльно-попынная ассоциация, целина. Вскипание с поверхности слабое, с 18 см – бурное. Ad, А, АВ, Вса.

Разр. 48–93. Чернозем обыкновенный, т.с. А пах 0–22, АВ 22–54, В1са 44–90, ВС 90–150.

АРКАИМ–94, Короткое плечо I

Разр. 101–94. Чернозем выщелоченный, м.м., л.с. кварцит. Залежь 4х лет между 3 и 4 лесополосами, вершина гривки, 650м от нижнего конца лесополосы. Вскипание с 40 см. Апах 0–21, АВ 21–33, В 33–45, Вса 45–60, ВДса 60–80, ВД 80–93, 93–140, 140–160.

Разр. 104–94. Чернозем выщелоченный, с.м., л.с. Залежь. Вскипание с 45 см. Апах 0–18, АВ 18–32, В 32–45, Вса 45–75.

Р.103–94. Чернозем выщелоченный, с.м., с.с. Залежь. Вскипание с 45 см. Апах 0–23, АВ 23–45, В 45–53, Вса 53–70

Разр. 102–94. Чернозем выщелоченный, с.м., с.с. Залежь. Вскипание с 80 см, Апах 0–17(25), АВ 17(25)–42, ВС 42–80, Сса 80–120 красно-бурая глина.

Разр. 105–94. Чернозем выщелоченный, с.м., с.с. Залежь. Вскипание с 55 см. Апах 0–18, АВ 18–42, В 42–56, Вса 56–70.

Профиль IV

Профиль проходит через неоген-четвертичную ложбину с перепадами высот 380–357–367 м.

Разр. 121–94. Чернозем обыкновенный карбонатный, м.м., с.с. Залежь, костер. Вскипание с поверхности – слабое, с 35 см – бурное. А 0–35, АВ 35–82, В 82–125, ВС 125–180.

Разр. 122–94. Чернозем обыкновенный карбонатный, т.с. Пологая часть склона. Целина. Вскипание с поверхности – слабое, с 8–10 см – бурное. Ad 0–3, А 3–30, АВса 30–55, В 55–110 гл.

Разр. 123–94. Чернозем выщелоченный, с.м., т.с. Выположенная часть склона. Целина. Вскипание с 45 см. Ad 0–6, А1 6–22, АВ 22–45, Вса 45–75, ВД 75–90.

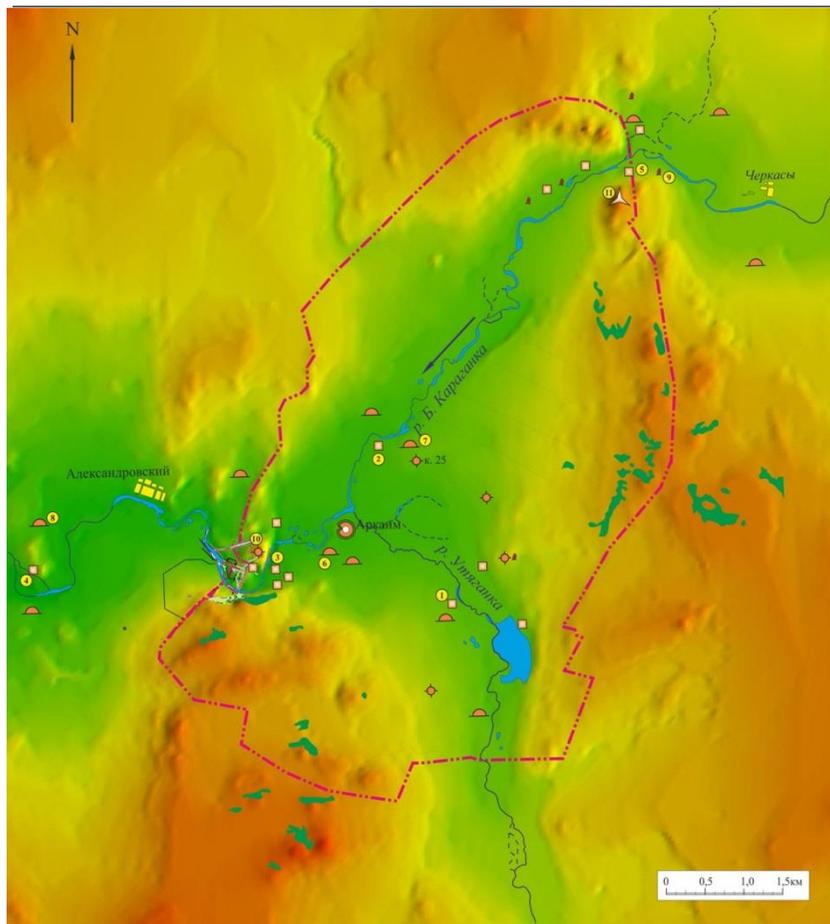
Разр. 124–94. Чернозем неполноразвитый, л.с. Высотка (367 м), отделенная от следующей высоты ложбинкой глубиной около 3 м. Целина. Вскипание с 37 см по нижним граням щебня. Ad 0–4, А1 4–22, АВ 20–37, ВС/Сса 37–42.

Список сокращений:

м.м., с.м. – мало-, среднемощная почва.

т.с., с.с., л.с., суп., гл. – тяжело-, средне-, легкосуглинистая, супесчаная и глинистая почва.

УГВ – уровень грунтовых вод.



-укрепленное поселение Аркаим
 -поселения
 -могильники
 -курганы
 -менгиры

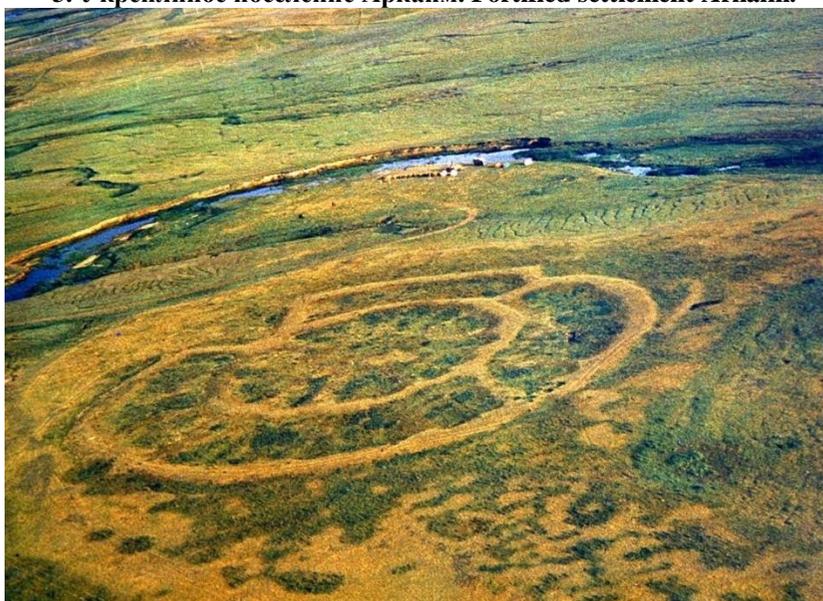
1. Схема расположения памятников эпохи бронзы в Аркаимской долине. Автор иллюстрации С.А. Батанин. Поселения: 1 – Утяганское I («Ленинградское»); 2 – Большекараганское; 3 – Каменный Брод; 4 – Калмыцкая Моельня; 5 – Черкасы II. Могильники: 6 – Александровский IV; 7 – Большекараганский; 8 – Калмыцкая Моельня. Объекты особого типа: 9 – менгир Черкасинский; 10 – курган Александровский I; 11 – Трехлучевая каменная выкладка.

Scheme of Bronze Age monuments location in the Arkaim valley. Author illustrations S.A. Batanin.



2. Схема расположения укрепленных поселений эпохи бронзы в степном Зауралье («Страна городов») (автор Д.Г. Зданович).
Location scheme of fortified settlements of the Bronze Age in the steppe Trans-Urals. ("Land of Towns") (D.G. Zdanowich).

3. Укрепленное поселение Аркаим. Fortified settlement Arkaim.



Снимок с самолета до археологических раскопок, 1987.



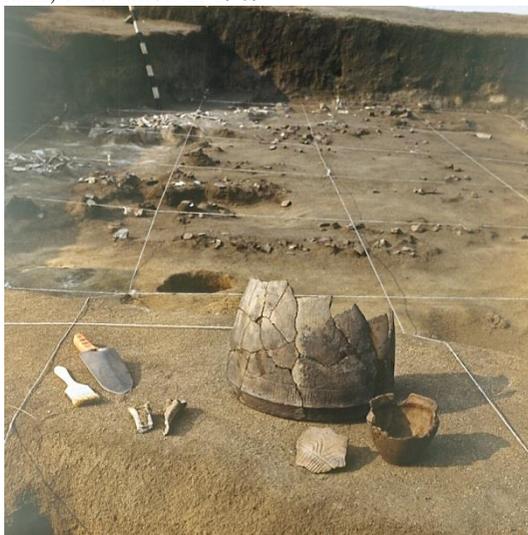
Реконструкция жилища (часть).
Фото Г.Б. Здановича
Reconstruction of dwelling (part).
Photo G.B. Zdanovich



Макет (часть). Г.Зданович,
А. Жижилев
Layout (part). G.Zdanovich,
A. Zhizhilev



Поселение Аркаим, раскоп 1989 г.
Settlement Arkaim, excavation in 1989.



4. Поселение Аркаим. Культурный слой.
Settlement Arkaim. Cultural layer.

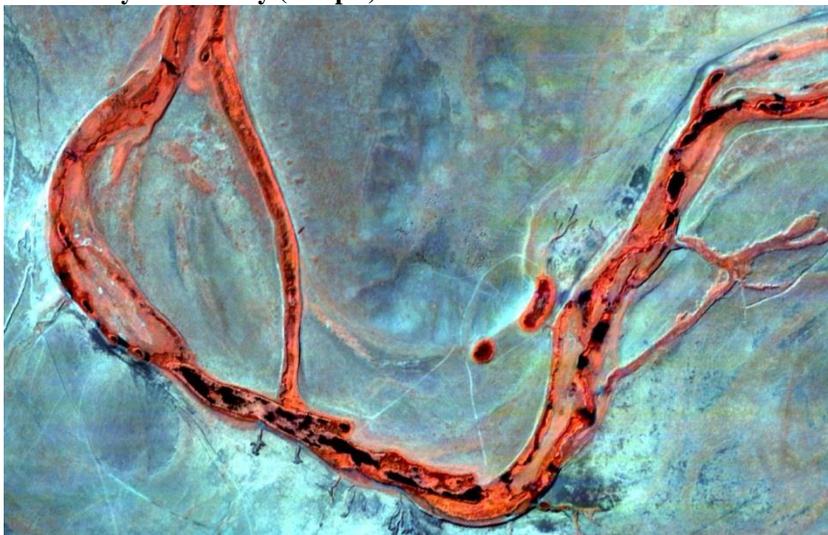


Поселение Аркаим в половодье.
Settlement Arkaim at high water.



5. Восстановление растительности в заповеднике «Аркаим»
Vegetation recovery in reserve “Arkaim”.

**6. Калмыцкая Моельня. Могильник и поселение.
Kalmyk Molel'nay (Chapel) – Settlement and Burial monument.**



Космоснимок. Фото архива заповедника Аркаим.
Space image. Photo of Arkaim reserve archive.



Расчистка культурного слоя. Фото Г. Б. Здановича
The cultural layer investigation. G.B. Zdanovich' photo.

7. Раскопки оборонительных сооружений. Фото Г.Б. Здановича
Excavation of the defensive works. G.B. Zdanovich' photo



Поселение Аландское. Settlement Alandskoe.



Поселение Куйсак. Settlement Kouisak.



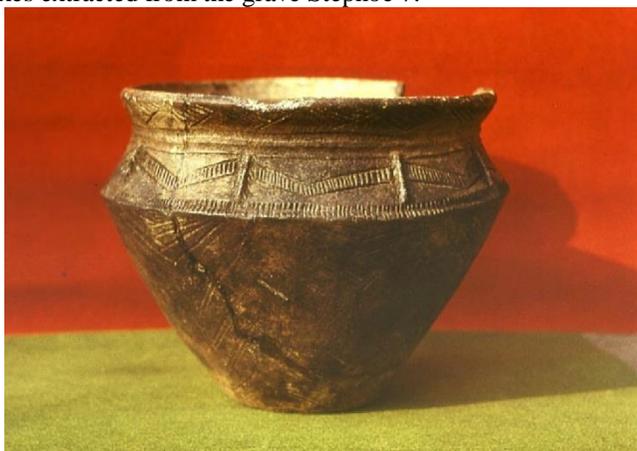
Бронзовые инструменты (серп, тесла, ножи). Фото Г.Б. Здановича
Bronze tools (sickle, adzes, knife). G.B. Zdanovich' photo.



8. Бывшие аксессуары (псалии) упряжи коня из кости.
Former accessories of brake of horse in bone. G.B. Zdanovich' photo.



Бронзовые топоры. Могильник Степное-7.
Bronze axes extracted from the grave Stepnoe 7.



9. Керамический сосуд бронзового века.
Ceramic bowls of the Bronze Age. G.B. Zdanovich' photo.



Реконструкция облика аркаимской женщины.
Arkaim women image reconstruction.



10. Реконструкция женской погребальной одежды и украшений
бронзового века. Фото Е.А. Чибилёва,
Reconstruction of the feminine funeral dress of the Bronze Age.
E.A. Chibilev' photo.



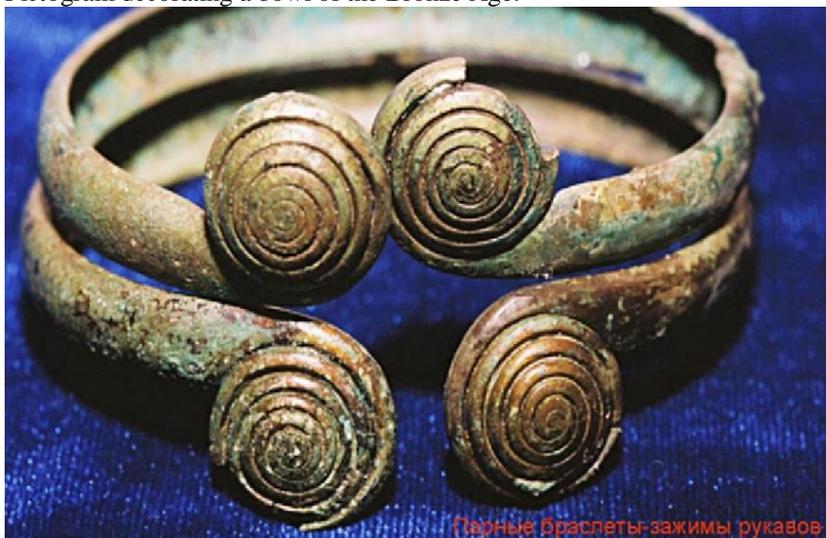
11. Искусство бронзового века. Каменные скульптуры «человеческая голова и тело».

Art of the Bronze Age. Stone sculptures “human Head and Body”.

G.B. Zdanovich’ photos.



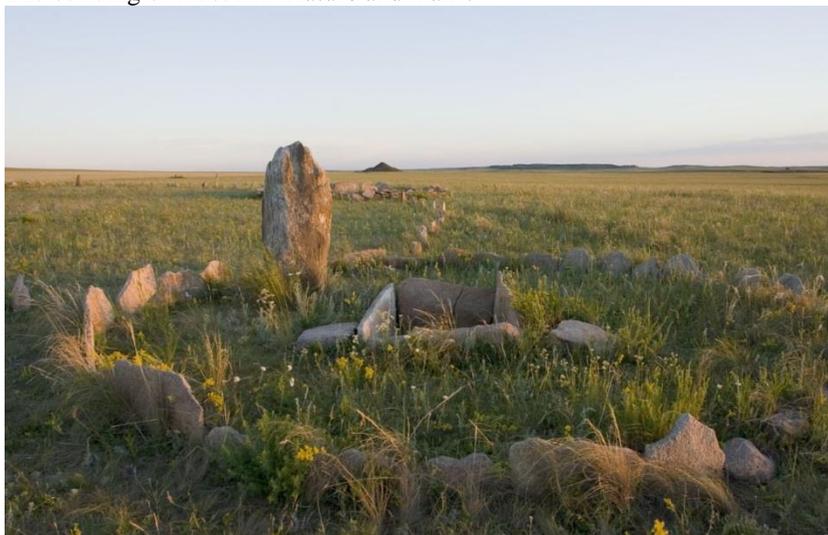
Пиктограмма на сосуде бронзового века.
Pictogram decorating a bowl of the Bronze Age.



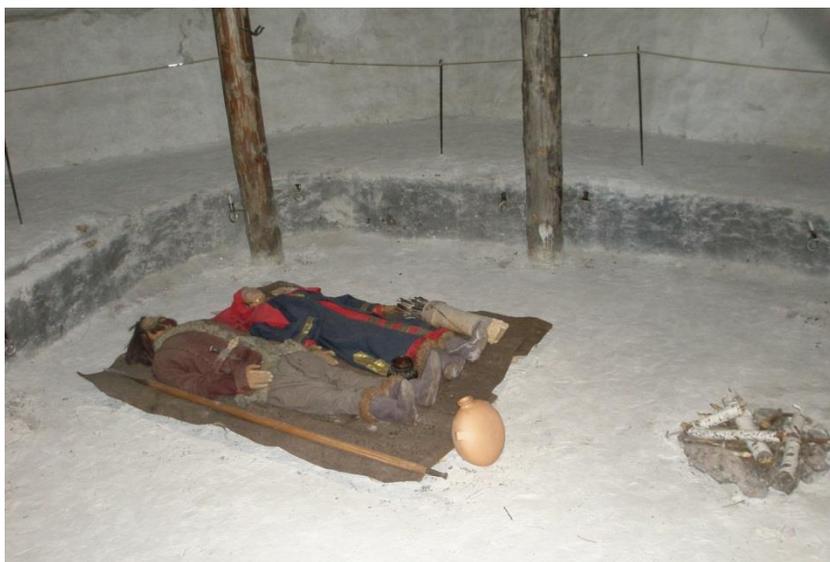
12. Бронзовый женский браслет.
Golden feminine bracelet of the Bronze Age. G.B. Zdanovich' photos.



Здание музея «Природы и человека».
The building of museum “Nature and man”.



13. Исторический парк. Погребальные ограды бронзового века.
Historical Park. Funeral fence Bronze Age. G.B. Zdanovich' photos.



14. Реконструкция кургана «Темир». Фото Г.Б. Здановича
Reconstruction of the kurgan “Temir”. Photo by G. B. Zdanovich



15. Исследование эмиссии газов из почв.
Investigation of the gases emission from soils.



Раскоп кургана.
Excavation of the kurgan.



16. Соисполнители русско-японского проекта. Слева на право: *М. Кавашигаши, К. Инубуши, Окитсу, Ш. Фунакава, В.Е. Приходько, Г.Б. Зданович, М. Матсушива*
Russian-Japanese collaborators Projects. From left to right: *M. Kavashigashi, K. Inubushi, Okitsu, Sh. Funakava, V.E. Prikhodko, G.B. Zdanovich, M. Matsushiva.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



Приходько Валентина Евгеньевна, д.б.н., в.н.с. ФГБУН Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ИФХиБПП РАН, Пущино, Московской обл.). Изучает естественные и антропогенно-преобразованные почвы. Автор более 200 публикаций. Монография: Орошаемые почвы степной зоны: функционирование, экология, продуктивность. М., 1996. Статьи о почвах заповедника «Аркаим», написанные в соавторстве:

Вестн. Моск. ун-та. Сер. Почвоведение. 2013. № 1. 13–22; в ж. Почвоведение. 2012. № 8. С. 819–833; 2013. № 9. С. 1027–1036; 2014, № 4. С. 401–409. Премия МАИК «НАУКА/ИНТЕРПЕРИОДИКА» за лучшую публикацию в биологических журналах РАН в 2013 г. (в соавторстве). E-mail: valprikhodko@rambler.ru



Иванов Игорь Васильевич, д.г.н., проф., засл. деятель науки РФ, гл.н.с. ИФХиБПП РАН, председатель комиссии истории, философии и социологии почвоведения ДОП. Проводит исследования по эволюции почв, археологическому почвоведению, палеогеографии голоцена, географии, геохимии, истории и теории почвоведения. Монографии: Геохимический анализ почвенного покрова степей и пустынь, М., 1977. (с Н.Ф. Глазовским);

Эволюция почв степной зоны в голоцене. М., 1992; Человек, природа, почвы Рын песков Волго-Уральского междуречья в голоцене, М., 1995 (с И.Б. Васильевым); История отечественного почвоведения. Кн. 1, М., 2003. E-mail: ivanov-v-28@mail.ru



Зданович Дмитрий Геннадиевич, к.и.н., зам. директора Учебно-научного центра изучения проблем природы и человека ЧелГУ, с.н.с. заповедника «Аркаим». Руководитель отряда археологической экспедиции заповедника «Аркаим». Направление исследований: проблемы культурогенеза в древности, погребальная археология. Автор более 70 публикаций: Синташтинское общест-

во: социальные основы «квазигородской» культуры Южного Зауралья. 1997; Аркаим: некрополь. Челябинск, 2002 (в соавторстве); Курганные памятники Южного Зауралья: археоастрономические аспекты исследования (с А.К. Кирилловым). Челябинск, 2002. «Страна городов» Южного Зауралья и некоторые аспекты освоения степей в эпоху бронзы // *Stratum plus*. 2001–2002. № 2. 486–502 (с Г.Б. Здановичем); Княженские курганы // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала. Ч. 1. Челябинск, 2010. С. 162–178. E-mail: dgz74@yandex.ru



Зданович Геннадий Борисович, д.и.н., проф. ЧелГУ, зам. директора заповедника "Аркаим". Научные интересы связаны с эпохой бронзы Евразии. Автор более 200 научных статей и пяти монографий: *Бронзовый век Урало-Казахстанских степей*. Свердловск, 1988; *Аркаим – Страна городов: Пространство и образы* Челябинск, 2007 (с И.М. Батаниной); *Синташта*. 1992. Т. I (с В.Ф. Генингом, В.В. Генингом); Эволюция почв речных долин степного Зауралья во второй половине голоцена. М., 2007. (с Л.Н. Плехановой, В.А. Демкиным).



Манахов Дмитрий Валентинович
к.б.н., ст. преп. Факультета почвоведения, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Область научных интересов: генезис почв, радиозэкология, биогеохимия радионуклидов. Статьи: Распределение ^{137}Cs , ^{90}Sr и их химических аналогов в компонентах наземной части сосны обыкновенной в квазиравновесном состоянии // Радиационная биология. Радиозэкология. 2014. Т. 54. № 1. С. 72–76.

(с С.В. Мамихиным, А.И. Щегловым); Формы нахождения радия-226 в подзолах северо-востока острова Сахалин в зоне влияния нефтедобывающего предприятия // Почвоведение. 2014. № 6. С. 744–749 (с З.Н. Егоровой); Изменение органического вещества почв степного Зауралья при переводе в заповедный режим // Почвоведение. 2014. № 4. С. 401–409 (с В.Е. Приходько).
E-mail: dman@soil.msu.ru.



Инубуши Казуки, проф. Чикагского университета, Япония, главный редактор ж. Soil Science and Plant Nutrition; редактор ж. Biology and Fertility of Soils. Председатель Комиссии 2 МОП (2014–2018). Лучшая статья IUSS (1994), премия Oze, 2004 и премии ЯОПиПР, 2005. Статьи в соавторстве: ж. Soil Science and Plant Nutrition: Eurasian steppe soils with different land-

use histories located in the Arkaim reserve of South Ural, Russia // 2012. 58(2). 238–244; CO_2 , N_2O and CH_4 production/consumption potentials of soils under different land-use types in central Japan and eastern Hungary, 2013.59(3). 455–462. E-mail: inubushi@faculty.chiba-u.jp.

Content

Preface by A. L. Aleksandrovskiy.....	7
Introduction	9
Chapter 1. Arkaim – landscape and historical reserve: problems and phenomena	11
<i>I. V. Ivanov</i>	
Chapter 2. Methods of investigation	20
<i>V. E. Prikhodko</i>	
Chapter 3. Arkaim valley: landscape-natural, historical and cultural features of the reserved zone	
3.1. Ecological conditions of the Arkaim valley	24
<i>I. V. Ivanov, D. V. Manakhov, V. E. Prikhodko, S. S. Chernyanskiy</i>	
3.2. Bronze Age memorials of the Arkaim valley	33
<i>D. G. Zdanovich, G. B. Zdanovich</i>	
Chapter 4. Climate and landscape of Arkaim valley in the Bronze Age	
4.1. Palynological and microbiomorphic (phytoliths) study and reconstruction of paleoclimate during Arkaim	42
<i>N. P. Gerasimenko, V. E. Prikhodko</i>	
4.2. Paleosols research of the Arkaim settlement and burial mounds of Arkaim valley and reconstruction of paleoclimate	49
<i>V. E. Prikhodko, I. V. Ivanov, D. V. Manakhov, S. S. Chernyansky, K. Inubushi</i>	
4.3. Arkaim valley and landscape-climatic conditions of the Bronze Age in forest steppe zone of Eurasia	76
<i>V. E. Prikhodko</i>	
Chapter 5. Arkaim and "Country of Towns": the models of existence, economy, environment	
<i>D. G. Zdanovich, G. B. Zdanovich</i>	
5.1. Questions of chronology	90
5.2. Arkaim: planning decision and landscape	91
5.3. Arkaim: function and functioning, problems paleodemography.....	101
5.4. Economic models	112
5.5. Paleoecology and paleopopulation diet	125
5.6. Arkaim: socium	129
5.7. Military affairs and armament	133
5.8. Subcultures of the Bronze Age (male and female)	135

Chapter 6. Soil and vegetation cover of the Arkaim valley before and at reserve mode

6.1. Vegetation cover and its change at reserve mode	142
<i>A. M. Yermolaev, V. E. Prikhodko</i>	
6.2. Characteristics of the soils and soil cover before reserve mode.....	162
<i>I. V. Ivanov, D. V. Manakhov, V. E. Prikhodko</i>	
6.3. Change of the soils at reserved mode	187
<i>V. E. Prikhodko, D. V. Manakhov, E. V. Manahova</i>	
6.4. Forms of the carbon and nitrogen and greenhouse gases emission of the soils	196
<i>K. Inubushi, X. Nagano, M. Kawashigashi, V. E. Prikhodko</i>	
Summary (in Russian).....	208
Summary (in English).....	213
References	217
Application	240
Information about the authors	261

Научное издание

**Приходько Валентина Евгеньевна,
Иванов Игорь Васильевич,
Зданович Дмитрий Геннадиевич,
Зданович Геннадий Борисович,
Манахов Дмитрий Валентинович
Инубуши Казиуки**

**АРКАИМ – УКРЕПЛЕННОЕ ПОСЕЛЕНИЕ ЭПОХИ
БРОНЗЫ СТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ: ПОЧВЕННО-
АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Компьютерная верстка *Е.В. Манахова*

Подписано в печать с оригинал-макета

Формат 60 × 84/16. Бумага тип. № 1. Усл. печ. л. 16,5

Уч.-изд. л. Тираж 250 экз. Заказ № . Цена договорная

ФГУП Издательский дом "Типография" Россельхозакадемии,

115598, Москва, ул. Ягодная, д. 12