

## ОТЧЕТ

по проекту 17-18-01406

### «Экологический детерминизм развития древних обществ: хозяйственные модели населения эпохи бронзы Кавказа и степи в условиях меняющегося климата»

за 2019 год

#### *Заявленный в проекте план работы научного исследования на отчетный период*

В соответствии с общим планом работ по проекту в 2019 году ключевым участком объектом изучения станет степная зона. Соответственно, основные усилия в рамках археологического и естественнонаучного блоков будут сконцентрированы на изучении динамики климата и культурных процессов в регионе от Предкавказья до южной границы лесостепи.

В рамках археологического блока исследований предполагается продолжить изучение литературы и архивных источников с целью максимально полной аккумуляции сведений об археологических культурах эпохи бронзы и раннего железного века в пустынно-степной зоне Каспийского региона. Основное внимание будет уделено установлению хронологических и географических границ культур и их экономических моделей.

Будут сделаны карты распространения археологических памятников разных культур в степной зоне и дана оценка хроногеографическим особенностям заселения степей в разные исторические эпохи.

С целью реконструкции изменений состава стада в разные исторические эпохи будет проведен анализ литературных и архивных данных по встречаемости костей животных в погребениях и на поселениях различных археологических культур эпохи бронзы степной зоны.

Будет продолжена работа по созданию базы радиоуглеродных данных для культур без хорошо установленной хронологической позиции. Для этого предполагается датирование следующих комплексов: Кевюды-1 3/5; Темрта-1 2/7; Дамба-Калаус 3/1; Чограй-VIII 34/1; Шарахалсун-3 8/2; Шарахасун-6 10/5; Зимняя Ставка-6/10, 6/11; Геогиевский-3 2/10; Николаевский-3 2/6; Мамбеталы 3/1/; Темрта-III 5/1, 6/3.

В рамках естественнонаучного блока исследований в 2019 году основное внимание будет сосредоточено на изучении динамики палеоэкологических условий в сопряженных регионах пустынно-степной зоны Северо-западного Прикаспия. Ранее предполагалось, что опорная палинологическая колонка, включающая эпоху бронзы и ранний железный век будет получена по озерным отложениям солончака Цаган-Хаг на территории Ростовского заповедника. Однако, по результатам разведочных работ 2018 года установлено, солончак Цаган-Хаг находится в зоне активного поступления терригенного материала, чем объясняется его поздняя радиоуглеродная дата и присутствие современной пыли.

Также по итогам разведочных работ 2018 года признаны неперспективными озерные отложения в Кумо-Манычской впадине у поселка Волочаевский Пролетарского

района Ростовской области и у поселка Краснопартизанский Ремонтненского района Ростовской области.

Наиболее перспективными объектами для получения опорной палеоэкологической кривой признаны озерные отложения у озер Деед-Хулсун и Цаган-Усн Яшкульского района Республики Калмыкия.

Еще одним перспективным объектом палеоэкологических реконструкций являются озерные и болотные отложения в низовьях р. Кума (Ногайский и Тарумовский районы Республики Дагестан). Предварительные исследования показали хорошую сохранность пыльцы и наличие мощного слоя органогенных отложений с низкой долей терригенного материала.

В начале полевого сезона 2019 года запланированы детальные исследования всех трех объектов. Будет выполнено бурение торфяников и донных отложений озер, отбор образцов торфа и сапропелей на спорово-пыльцевой анализ и радиоуглеродное датирование. По результатам предварительных палинологических исследований и по мере получения первых радиоуглеродных дат будет выбран один наиболее перспективный керн, по которому будет проведен полный спорово-пыльцевой анализ.

Параллельно будет проводиться изучение динамики аллювиальных процессов в долинах малых рек степной зоны с целью установления изменений годового хода осадков и реконструкции условий холодного времени года в разные исторические периоды. В ходе разведочных работ в 2018 г. обнаружены стратифицированные аллювиальные отложения в пойме р. Сакарки (Волгоградская область), включающие серию погребенных почв, перестилаемых песчаным аллювием. В течение полевого сезона 2019 г. планируется заложить серию разрезов в пойме р. Сакарки, провести морфолого-генетический анализ профилей, отобрать образцы погребенных почв. В камеральных условиях будут выделены гуминовые кислоты и получены радиоуглеродные даты. Это позволит установить периоды затухания аллювиальных процессов и почвообразования в поймах, и по ним установить периоды с низкими нормами осадков в холодное время года.

Большой интерес вызывает группа болот в зоне выхода долин с возвышенности Ергени на Прикаспийскую низменности. Здесь описан ряд болот с мощностью торфяных отложений до 4 м. Показаны на рисунке в виде контура к востоку от г.Элиста.

Еще одним перспективным объектом исследования являются понижения между Бэровскими буграми занятые солончаково-озерно-болотными комплексами. Эти объекты широко распространены к западу от г. Астрахань. Сложность исследований данной территории связана с возможностью пересыхания различных понижений и резкими изменениями интенсивности осадконакопления в них за счет прорыва русел р. Волга.

Также предполагается исследование комплексов озерно-болотных образований, приуроченных к долине реки Кума. Эти комплексы представляют собой реликты дельт, развивавшихся вдоль береговых линий различных стадий хвалынского моря.

Также на 2019 год запланировано изучение информационного потенциала нового типа палеоэкологических архивов – степных блюдеч. Это западины диаметром до сотен метров и глубиной до нескольких метров, в которые на протяжении всего голоцена поступал эрозийный материал, что привело к формированию мощного профиля гумусированных отложений, в которых потенциально может сохраняться пыльца. Для изучения этих объектов будут сделаны разрезы в крупных степных блюдцах в окрестностях с. Ремонтное Ремонтненского района Ростовской области.

Сложной и пока не решенной задачей является разделение параметров обусловленных влиянием изменений уровня моря и изменений климата в регионе. Здесь важно отметить, что по нашим данным Каспийское море является важным фактором

определяющим развитие климата на обширной прилегающей территории. В этой связи дискуссионным вопросом является реконструкция динамики Каспия в голоцене. В настоящее время можно выделить высокий уровень моря в самом начале голоцена – конец Хвалынской трансгрессии, экстремально низкий уровень моря в период 9-7 тыс. л.н. и две трансгрессивные стадии, разделенные регрессивной стадией. Это время продолжалось от 7 до 2 тыс. л.н. Точные параметры этих стадий пока исследованы крайне недостаточно. По предварительным расчетам одна из стадий регрессии, повлекшая за собой резкое похолодание и сокращение зимних осадков в степи имела место в эпоху средней бронзы около 4000 лет назад. По нашим данным в это время при сильном развитии Азиатского максимума в степной зоне развивались экстрааридные условия. В задачу исследований 2019 г. входит локализация этой фазы и определение ее продолжительности.

### *Заявленные научные результаты на конец отчетного периода*

Будет получена серия радиоуглеродных дат по культурам энеолита и бронзы Восточного Кавказа, Предкавказья и степи. Впервые будут получены радиоуглеродные даты для культур энеолита горной зоны Восточного Кавказа, для куро-аракской культуры в горной и равнинной зоне, для памятников гинчинской и присулакской культуры. Впервые будет точно датирован пласт памятников переходного периода от посткатакомбных культурных образований к памятникам колесничих культур эпохи поздней бронзы в степной зоне. Это позволит точно определить хронологические рамки культур и установить, какие климатические условия существовали в период их становления, развития и исчезновения.

Будут собраны все имеющиеся литературные и архивные данные по встречаемости костей животных в погребениях и поселениях различных археологических культур эпохи бронзы степной зоны. Это позволит получить общие представления об изменениях состава стада в разные периоды. Учитывая различные кормовые потребности скота, будет дана оценка влияния климатических изменений и связанных с ними изменений степных фитоценозов на состав стада. Особое внимание будет уделено соотношению долей мелкого и крупного рогатого скота в составе стада разных культур. Этот показатель напрямую связан с климатическими условиями: аридизация климата приводит к снижению продуктивности пастбищ и увеличению доли мелкого рогатого скота, как более приспособленного к корму низкого качества.

Будет проведен спорово-пыльцевой анализ и получена высокоразрешающая эталонная палинологическая кривая по одному из болот в степной зоне. На основании данных палинологии будет реконструирована динамика климата в регионе, охватывающая всю эпоху бронзы и ранний железный век.

Полученная по данным спорово-пыльцевого анализа климатическая кривая будут дополнена результатами изучения почвенно-аллювиальных серий в долинах степных рек, что позволит реконструировать годовой ход осадков и выявить периоды высоких и низких норм осадков в холодный сезон года. Этот показатель особенно важен для выживания обществ древних скотоводов, так как высокий снеговой покров затрудняет тебеневку и может вызывать массовый падеж скота.

Итогом работы станет сопоставление археологических и палеоэкологических данных по трем природным зонам: в горах Восточного Кавказа, в предгорьях и степи. В результате будет получена целостная картина динамики климата в горной зоне, в

предгорьях и равнинах Предкавказья и в сухостепной зоне Восточной Европы и будет дана оценка влияния климатических изменений на хозяйственные модели древних обществ в этих трех сопряженных регионах.

По спорово-пыльцевым спектрам в трех исследованных регионах будут получены данные по появлению и развитию земледелия на Восточном Кавказе и установлены пределы распространения земледелия в исследуемом регионе.

Будут выявлены периоды миграций кавказского населения в степь, и дана оценка палеоклиматической составляющей в функционировании кавказского очага культурогенеза. Также будут установлены палеоэкологические причины обратных явлений: проникновения степных культурных традиций в горную зону в эпоху бронзы.

Анализ всех полученных в ходе выполнения проекта археологических и палеоэкологических данных приведет к синтезу нового знания об экологическом детерминизме развития древних обществ и роли их хозяйственных моделей промежуточного звена в системе «общество – природная среда».

### *Сведения о фактическом выполнении плана работы на год*

В рамках камерального блока археологических исследований продолжено изучение литературы и архивных источников с целью максимально полной аккумуляции сведений об археологических культурах эпохи бронзы и раннего железного века в пустынно-степной зоне Каспийского региона. С целью реконструкции изменений состава стада в разные исторические эпохи проведен анализ литературных и архивных данных по встречаемости костей животных в погребениях различных археологических культур эпохи бронзы степной зоны. Особенно показательно распространение погребений с костями МРС и КРС (рис. 1).

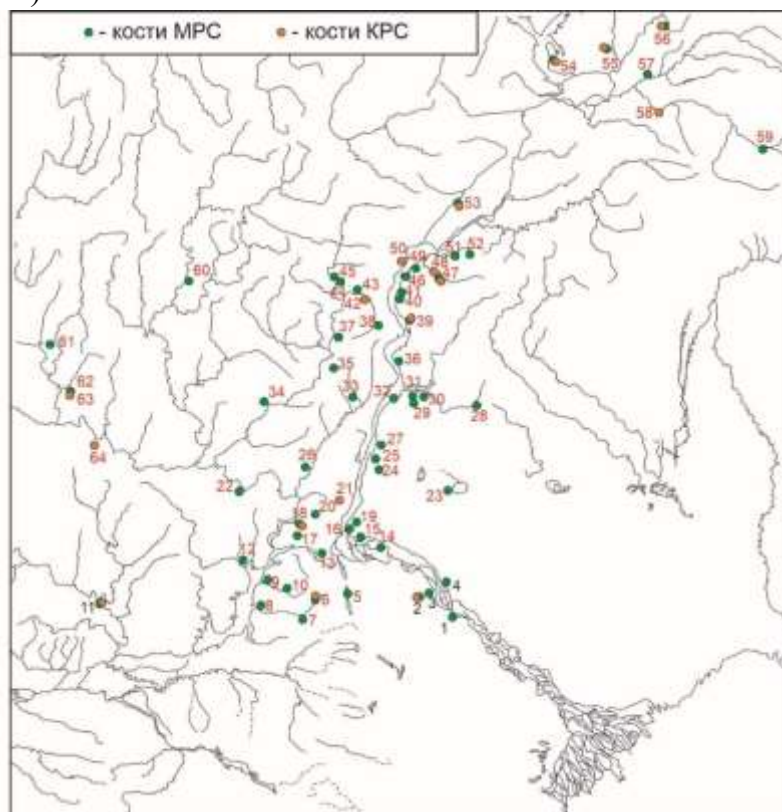


Рис. 1 Кости мелкого и крупного рогатого скота в погребениях посткатакомбного времени.

1 - Никольское I 1/5,9; 2 - Кривая Лука X 1/9, XI 4/5, XIV 15/10, XV 2/12, XXI 2/4, XXIII 1/8, 3/3, XXXIII 4/2, XXXIV 2/2, 5/4,7; 3 - Барановка 2/4; 4 - Степная IV 3/1; 5 - Цаца 1/4; 6 - Абганерово III 12/9; 7 - Аксай I 15/17; 8 - Ромашкин II 1/11; 9 - Первомайский I 8/5; 10 - Громославка II 2/8; 11 - Репный I 7/13,17; 12 - Чир II 2/1; 13 - Орошаемый I 4/3; 14 - Царев 66/1; 15 - х. Степана Разина 1/14; 16 - Волжский 2/11,16; 17 - Дмитриевка 9/5; 18 - Вертячий 7/7,15,24,25; 19 - Калиновский 6/1, 8/15, 54/2; 20 - Котлубань I 7/2, II 4/2; 21 - Усть-Погожье 1/2; 22 - Евстратовский II 4/3; 23 - Красная деревня 8/4, 15/5; 24 - Ямки 1/4, 3/8; 25 - Верхний Балыклей 4/3,4, 6/6; 26 - Писаревка II 10/2; 27 - Быково I 4/3,11, 6/2, 22/2, II 5/9; 28 - Кумыска II 1/2; 29 - Новая Молчановка 1/7; 30 - Западные могилы 20/5; 31 - Бережновка I 4/3, 5/8,21, 8/5, II 3/5, 9/14, 14/14, 87/3; 32 - Политодельское 3/5, 4/27; 33 - Авиловский 20/6; 34 - Сидоры 26/1; 35 - Бурлук I 1/2; 36 - Белокаменка 3/8; 37 - Линево 6/6, 8/2; 38 - Красноармейское 1/6,7; 39 - Скатовка 6/1, 18/1, 27/1; 40 - Узморье 1/6; 41 - Смеловка 2/1; Смеловка, гр. мог. п.111; 42 - Рыбушка 15/2; 43 - Большая Дмитриевка II 1/6; 44 - Широкий Карамыш 4/10; 45 - Симоновка 1/1; 46 - Светлое Озеро 6/3; 47 - Советское 2/15, один. курган/6; 48 - Крутоярровка 11/3; 49 - Покровск 36/1, Покровский курган п. 1; 50 - Усть-Курдюм 6/1; 51 - Рунтаь 1/1; 52 - Калмыцкая Гора F 6/7, 2/10, Бородаевка 2/3; 53 - Дмитриевка 1/1, 2/1; 54 - Ягодное I 3/1; 55 - Николаевка 3 2/1, 3/3, 4/1; 56 - Калиновский I 1/4; 57 - Грачевка I 1/1, II 10/1; 58 - Утевка V 4/1; 59 - Скворцовка 5/3 скелет 1; 60 - Власовский I 7/1, 14/1; 61 - Липовка 1 5/1; 62 - Павловск II ск. 2/38; 63 - Павловский 41/3; 64 - Высокая Гора 5/1

Захоронения с костями овцы равномерно представлены по всему ареалу ВДБК, которые охватывает зоны южных опустыненных, средних сухих, северных степей и лесостепь. Примечательно, что носители культуры не стали осваивать зоны северных пустынь и широколиственных лесов. Их хозяйственная скотоводческая модель была ориентирована исключительно на степь и лесостепь. Впрочем, это касается всего посткатакомбного блока. Даже самая южная его культура – лолинская не продвигалась в зону северных пустынь, а из культурного круга Бабино на юге широколиственных лесов располагаются только периферийные и в культурном смысле явно маргинальные группы: наднепрянско-припятская, деснянско-сейминская и подольско-волынская. Причем, здесь представлены только поселения и отсутствуют могильники.

Распространение костей животных КРС демонстрирует иные закономерности. Как и КЖ МРС они представлены по всему ареалу культуры. Однако процентное соотношение их по природным зонам меняется в меридиональном направлении с юга на север. Погребения костями КРС малочисленны в северной части зоны южных опустыненных степей и на юге средних сухих степей, явно тяготея друг к другу. Стабильно они начинают встречаться на границе средних сухих и северных степей и хорошо представлены в последней зоне и в лесостепи. В целом в ВДБК основу стада составлял мелкий рогатый скот. Кости овцы обнаружены в 82,4 % захоронений от всех комплексов с КЖ, а кости КРС – в 14,4%, т.е. разведение коровы/быка явно занимало подчиненное положение по отношению к овцеводству.

К юго-западу от ВДБК носители лолинских традиций специализировались исключительно на овцеводстве, что в условиях аридизации климата было единственным механизмом выживания в такой сухой зоне, который обеспечивался, прежде всего, климатическими показателями не столько в летний, сколько в зимний период. Весьма показательным распространением лопаток МРС (рис. 2). Этот элемент погребального обряда практически полностью совпадает с пустынно-степной зоной, что указывает на глубокую специализацию населения региона на разведении МРС.



Рис. 2 Территория распространения комплексов с Лопатками MPC.

Таким образом, выявляется устойчивая корреляция между процентным соотношением погребений с костями MPC и KPC и природно-климатическими зонами. Количество комплексов с костями KPC существенно возрастает, начиная с территории пограничья средних сухих и северных степей и далее на север, включая лесостепь. Скорее всего, это связано с тем, что на этих территориях климат был менее аридный по сравнению с зонами средних сухих и южных опустыненных степей, что создавало условия для увеличения поголовья крупного рогатого скота.

Продолжена работа по созданию базы радиоуглеродных данных для культур без хорошо установленной хронологической позиции. Основное внимание было уделено датированию комплексов посткатакомбного времени, соответствующего пику аридизации климата. Не все указанные в заявке комплексы оказались пригодны для отбора образцов. Это было компенсировано другими комплексами того же культурного контекста и территории.

Получена серия АМС дат по комплексам горной и предгорной зоны Восточного Кавказа

Таблица 1. Результаты радиоуглеродного датирования комплексов эпохи бронзы Восточного Кавказа образцов, проведенного в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН и Центре прикладных изотопных исследований Университета Джорджии (США)<sup>i</sup>

IGAN AMS	Sample	Material	<sup>14</sup> C, BP (1σ)	Cal BC <sup>ii</sup>
-------------	--------	----------	-----------------------------	----------------------

7566	Поселение Гинчи-62 (культурный слой у склепа №9) Раскоп 4, помещение 2, ярус- 11, непол-10 #491	collagen	5030±20	68.3 (1 sigma)	cal BC 3928- 3877	0.724
					3805- 3785	0.276
				95.4 (2 sigma)	cal BC 3943- 3856	0.642
					3846- 3831	0.020
					3823- 3764	0.330
					3722- 3717	0.007
				Median Probability: -3883		
7567	ПАЭ-2001 Поселение Кабаз- Кутан-1, Р-А кв.А-2, Штык 12.	collagen	4060±20	68.3 (1 sigma)	cal BC 2620- 2570	0.824
					2514- 2502	0.176
				95.4 (2 sigma)	cal BC 2833- 2819	0.045
					2661- 2648	0.023
					2635- 2562	0.683
					2534- 2493	0.249
				Median Probability: -2588		
7568	ДАЭ-64, Верхнегунибское поселение Раскоп №5, помещение №6, слой №3	collagen	3620±20	68.3 (1 sigma)	cal BC 2019- 1993	0.428
					1982- 1949	0.572
				95.4 (2 sigma)	cal BC 2032- 1920	1.000
				Median Probability: -1980		
7569	Поселение Торпах- кала-01, Р-1 кв. А- 1-2-3. ГЛ.-2,75-3,00 м	collagen	4025±20	68.3 (1 sigma)	cal BC 2574- 2561	0.221
					2536- 2491	0.779
				95.4 (2 sigma)	cal BC 2579- 2478	1.000
				Median Probability: -2528		
7570	ДАЭ-59, Верхнегунибское поселение Раскоп №3, квадрат-7	collagen	3370±20	68.3 (1 sigma)	cal BC 1686- 1637	1.000
				95.4 (2 sigma)	cal BC 1735- 1716	0.088
					1694- 1621	0.912
				Median Probability: -1663		

Также получена серия сцинтилляционных дат по памятникам горной зоны. Датирование проводилось в Лаборатории геологии кайнозоя, палеоклиматологии и минералогических индикаторов климата Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева. Определение остаточной активности углерода выполнено на QUANTULUS-1220 (Liquid Scintillation Counters). Возраст рассчитан от 1950 г. Для расчета возраста использован период полураспада  $^{14}\text{C}$  равный 5570 лет. Получены даты:

СОАН-9773 3675±120 лет  
Коллаген костей животных. Республика Дагестан,  
Поселение ГИНЧИ. слой 1, склеп 9.

СОАН-9778 3715±145 лет  
Коллаген костей животных. Республика Дагестан, ДАЭ-64,  
Верхнегунибское поселение, раскоп 5, помещение 1, кв. 9-10. слой 3

СОАН-9779 2635±85 лет  
Коллаген костей животных. Республика Дагестан, ДАЭ-64,  
Верхнегунибское поселение раскоп №5. Пот. №1. кв. №18. слой №3.

СОАН-9732 6570±100 лет  
Зерно. Республика Дагестан, Табасаранский р-н, поселение Сюгют,  
Кв. В-1, штык 4,

Аккумулированы все имеющиеся в нашем распоряжении палепочвенные и спорово-пыльцевые данные о климатических изменениях в эпоху бронзы в степной зоне

юго-востока Русской равнины и в Предкавказье. Основное внимание было сосредоточено на изучении динамики палеоэкологических условий в пустынно-степной зоне Северо-западного Прикаспия. В соответствии с планом работ в 2019 году были проведены полевые исследования в разных частях степной зоны. Были организованы две экспедиции по двум маршрутам:

Маршрут 1: Махачкала-Хасавюрт-Кизилюрт-Кочубей-Нефтекумск

Маршрут 2: Октябрьский-Садовое-Яшкуль-Буруны-Элиста-Ремонтное-Сальск.

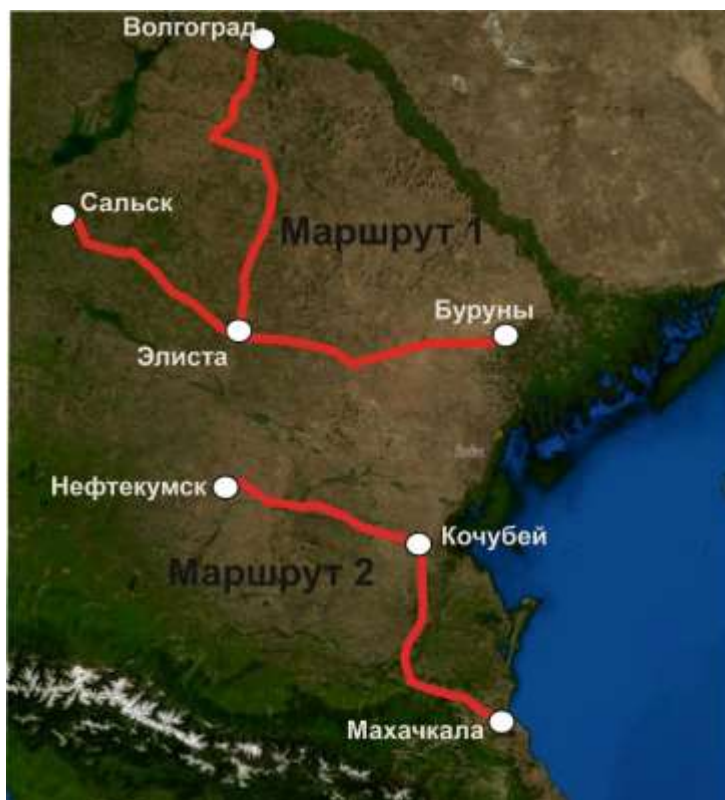


Рис. 3 Маршруты полевых экспедиционных исследований

### **Маршрут 1.**

В ходе экспедиции 2019 года были исследованы погребенные почвы в пойме реки Есауловсий Аксай и в пойме реки Сакарка. Проведена зачистка обнажений аллювия с погребенными почвами, выполнено морфлого-генетическое описание профилей. Выявлена серия погребенных почв, перекрытых слоями песчаного аллювия. Во всех слоях погребенных почв отобраны образцы на радиоуглеродное датирование. Предполагается, что датирование верхних слоев погребенных почв позволит установить периоды максимальных разливов рек и, соответственно, датировать периоды максимального количества осадков в зимнее время. В настоящее время проводится выделение из образцов препаратов гуминовых кислот.





Рис. 4 Погребенные почвы и слои аллювия в поймах малых рек стеной зоны: А – долина реки Сакарки (Городищенский район Волгоградской области), Б – долина реки Есауловский Аксай (Октябрьский района Волгоградской области).

В поисках палеоэкологических архивов для степной зоны были проведены рекогносцировочные исследования торфяников в зоне контакта возвышенности Ергени и Прикаспийской низменности проводилось. Исследовано 7 балок в разных частях возвышенности и прилегающей части низменности. В рамках первого маршрута проводилось обследование озер Деед-Хулсун и Цаган-Усн в Яшкульском районе Республики Калмыкия. Ранее эти объекты рассматривались как перспективные для получения опорной палеоэкологической кривой. Однако, в силу большого количества осадков в летний период 2019 г. в степной зоне, к моменту проведения работ уровень воды в озерах поднялся на 0,5-0,7 м, что исключило возможность полноценного исследования озер и отбора монолитов донных отложений. В связи с этим было принято решение, работы на этих объектах перенести на следующий год и продолжить поиски палеоэкологических архивов.

В ходе обследования русел степных рек были обнаружены торфяники в долине реки Зельмень в окрестностях с.Садовое (Срапинский района Респблики Калмыкия, координаты: 47.781342, 44.480541). Мощность отложений торфа в отдельных местах торфяника составила 2 м. Подстиляется торф озерными донными отложениями.



Рис. 5. Торфяник в долине реки Зельмень (А); керны торфа и донных отложений с разных глубин (Б)

На данном объекте проведено бурение торфа и отбор монолита торфа на спорово-пыльцевой анализ. Отобраны образцы торфа с глубин 50, 75, 100, 125, 150, 175 см на

радиоуглеродное датирование. В настоящее время образцы переданы в радиоуглеродную лабораторию ИГ РАН. В монолите торфа выполнены споро-пыльцевые анализы. На основании полученных данных построена опорная палинологическая колонка для степной зоны.

Стратиграфия и возрастная кривая, построения по радиоуглеродным датировкам отложений, демонстрируют (рис. 6) особенности седиментации, в первую очередь обусловленные изменениями увлажнения. Торфонакопление началось около 1600 л. н. и, судя по скорости аккумуляции (около 25 лет/см), происходило на фоне тренда увеличения увлажнения, хотя изменения в степени разложения торфа свидетельствует о более сухих условиях около 500 л.н. Болотной стадии предшествовала стадия озера, очень медленное накопление глинистого ила в интервале 3500-7000 л.н. (120 лет/см) происходило при повышенном уровне воды, ускорение аккумуляции до 75 лет/см, по-видимому, связано с более мелководной стадией 3500-2000 л.н., а прослойка торфа и резкое падение концентрации пыльцы указывают на обмеление водоема и прекращение водного осадконакопления около 2000 л.н.

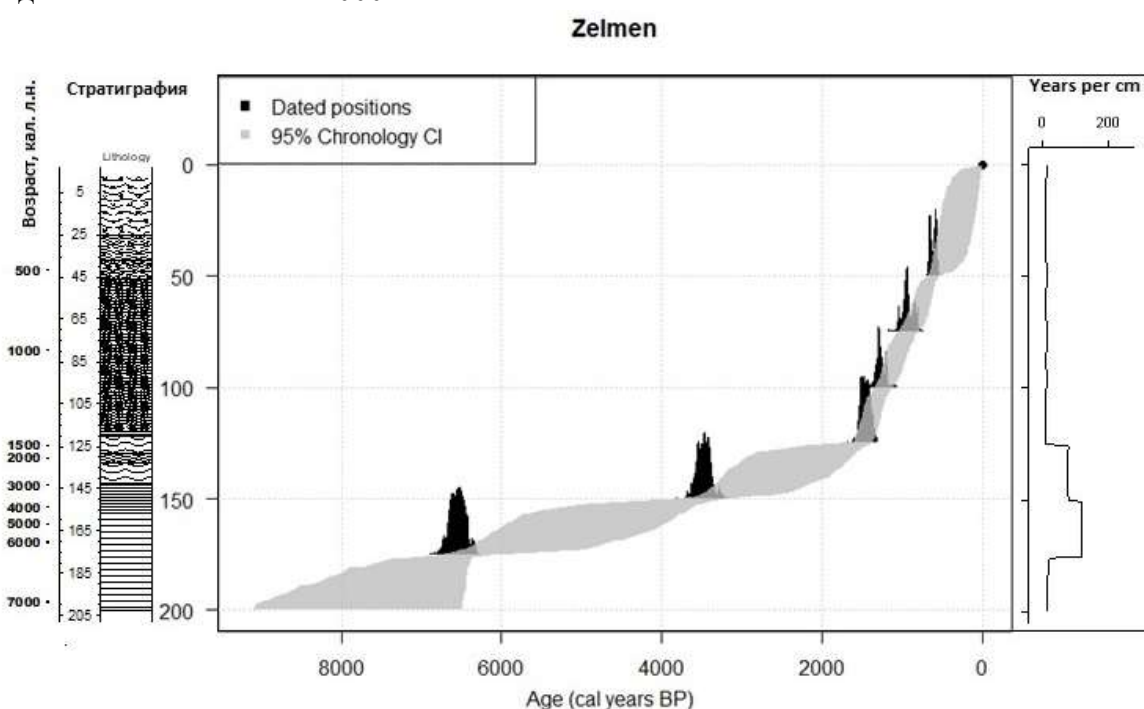


Рис. 6 Строение торфяных отложений, возрастная кривая и скорость седиментации болота Зельмень.

Абсолютное доминирование пыльцы трав в пробах вертикального профиля отложений болота Зельмень подтверждает господство открытых ландшафтов в регионе на протяжении 7000 л.н., не выявлено эпизодов появления лесов или редколесий, большая часть древесной пыльцы вероятно имеет заносное происхождение, за исключением тамарикса и тополя. Несмотря на то, что на палинологической диаграмме доминирует пыльца маревых и полыней, кластерный анализ участия злаков, астровых и разнотравья на позволил выявить эпизоды смены очень сухих полупустынных и умеренной влажный степных условий:

0,5-0	Улучшение увлажнения, полынно-злаковые степи
0,7-0,5	Кратковременный сухой интервал, сухие степи с обилием маревых
1,9-0,7	Постепенное улучшение увлажнения, степная растительность, начало формирования торфа. Встречаются маркеры земледелия – культурные

	злаки, в том числе рожь 1,3 тыс. л.н., и сорняки, связанные с посевами и выпасом.
2,1-1,9	Очень сухие условия, формирование полупустынных вариантов растительности, обмеление озера
5,0-2,1	Постепенное снижение влагообеспеченности, формированием опустыненных степей, засолением, обилием маревых, хотя сохраняются участки с полынно-разнотравной растительностью
6,9-5,0	Хорошие условия увлажнения, однако основной фон растительности формируют полынно-злаково-разнотравные степи

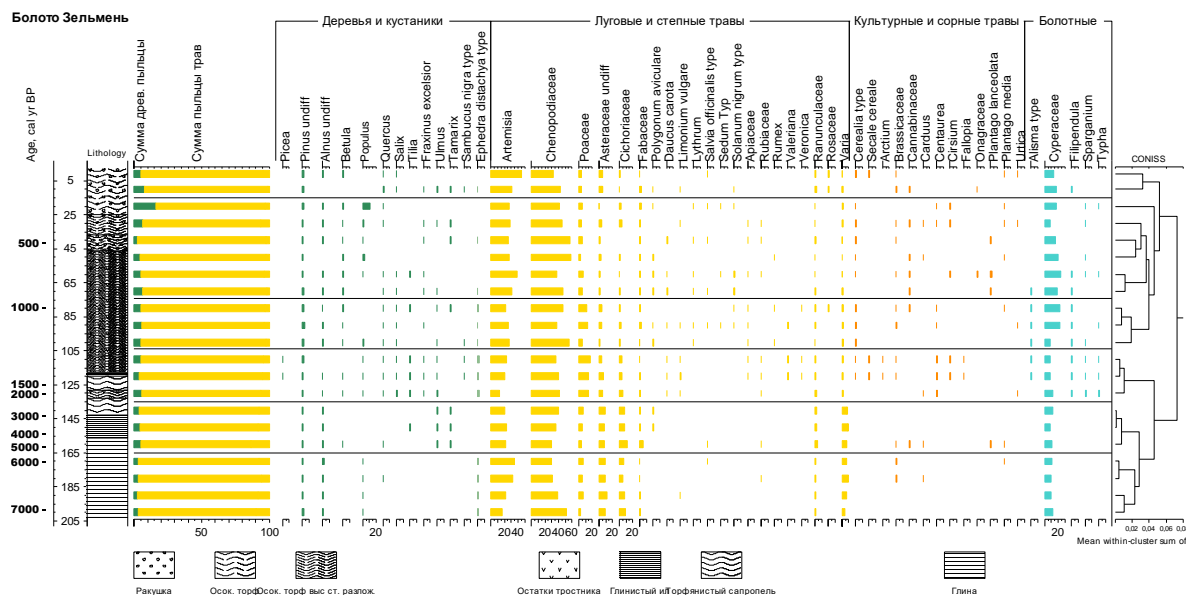


Рис. 7 Спорово-пыльцевая диаграмма торфяника Зельмень

В соответствии с общим планом работ на 2019 год было запланировано изучение отложений в понижениях (ильменях) между Бэровскими буграми. Эта территория занята в настоящее время солончаково-озерно-болотными комплексами. Эти объекты широко распространены к западу от г. Астрахань. В ходе полевого маршрута 1 были проведены обследования ильменей в окрестностях с Буруны в Наримановском районе Астраханской области, координаты 46.179466, 47.239275). В ходе бурения и анализа кернов из нескольких ильменей было установлено, что периоды седиментации в ильменях неоднократно прерывались периодами почвообразования, что связано с периодами пересыхания понижений и резкими изменениями интенсивности осадконакопления в них за счет прорыва русел р. Волга. В связи с этим неизбежно поступление больших объемов терригенного материала и заноса пыли, что делает эти объекты неперспективными в качестве палеоэкологических архивов.

В балках, расположенных в южной части Ергенинской возвышенности также было установлено развитие болот. Однако южнее в строении возвышенности Ергени большое значение приобретают пески. Соответственно резко активизируется эоловый и эрозионный размыв склонов балок. Это приводит к тому что в понижениях накапливается субстрат смешанного биогенно-терригенного генезиса с аномальным увеличением мощности. Изучение подобных палеоархивов требует разработки и использования нового комплекса методов, в отличие от изучения типично болотных отложений.

Также исследовались зоны выхода балок на юге возвышенности Ергени. В частности к востоку от села Бага-Чонос. Для этих балок было установлено, что участки

отличаются значительной глубиной эрозионного вреза, превышающего 50 м. Соответственно на склонах развивается интенсивная эрозия с большой скоростью выноса материалов на дно балок. Также участки расположены в существенно более аридных условиях, чем балки севера и центра возвышенности Ергени. Полевые исследования показали, что в этих понижениях развиты луговые ландшафты с терригенным субстратом на дне.

Было исследовано несколько болот в окрестностях села Хогн в зоне выхода балки Элиста на низменность. Также исследовались болота непосредственно в балке Элиста. Здесь было установлено, большое влияние мелиоративной сети на формирование болот и молодость исследованных болот. Значимых торфяных отложений в этих болотах здесь не обнаружено.

А



Б



Рис. 8 Балки к востоку от села Бага-Чонос, Южные Ергени. Показаны пикеты, где проводилось бурение торфяников (А); болото к западу от села Годжур. (Б)



В ходе полевых работ по маршруту 1 проведено изучение информационного потенциала нового типа палеоэкологических архивов – степных блюдец. Это западины диаметром до сотен метров и глубиной до нескольких метров, в которые на протяжении всего голоцена поступал эрозионный материал, что привело к формированию мощного профиля гумусированных отложений, в которых потенциально может сохраняться пыльца. Для изучения этих объектов были сделаны разрезы в крупных степных блюдцах в окрестностях с. Ремонтное Ремонтненского района Ростовской области.

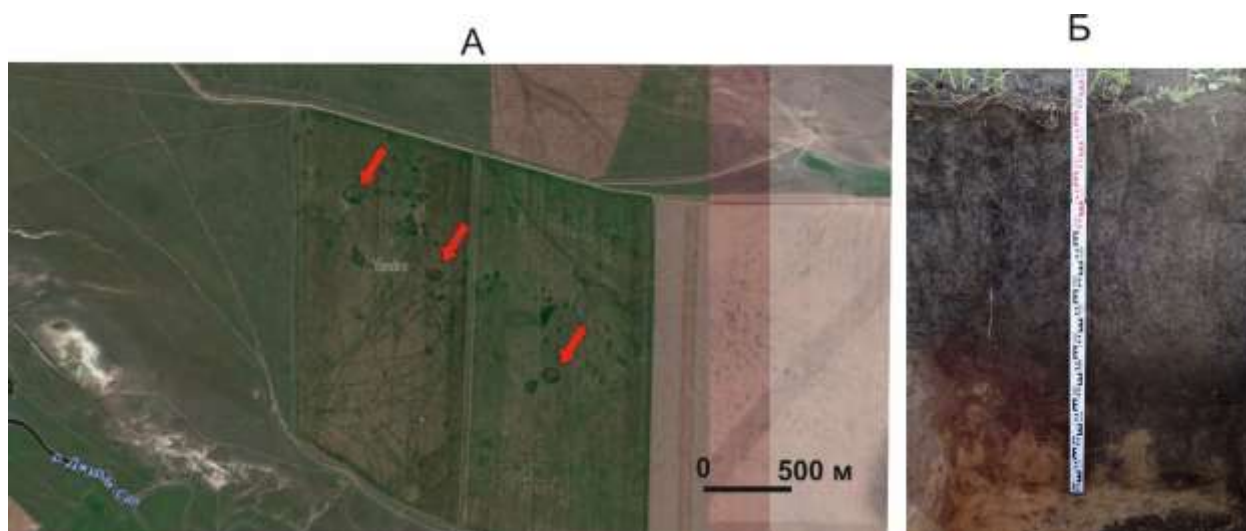


Рис. 8 Степные блюдца в окрестностях с. Ремонтное Ростовской области (координаты 46.539817, 43.737037) (А); разрез почвы в степном блюдце

В наиболее крупных степных блюдцах были заложены полнопрофильные почвенные разрезы. Установлено, что мощность гумусированных отложений в отдельных случаях достигает полутора метров. Отобраны образцы почв для выделения гуминовых кислот и последующего радиоуглеродного датирования. Отобраны образцы для спорово-пыльцевого анализа. В настоящее время ведется лабораторные работы по выделению гуминовых кислот и оценке количества и качества пыльцы.

### **Маршрут 2.**

В апреле 2019 года были проведены полевые исследования озерно-болотных комплексов вдоль долины реки Кума и Терско-Кумском междуречье. Было установлено, что для данной территории господствующее значение имеют аллювиальные песчаные отложения рек Кума и Терек. Мощность аллювиальных отложений достигает нескольких метров и подстилающие аллювий породы вскрываются на ограниченных участках, часто в районах антропогенных врезов. В ходе полевых работ и бурения нескольких болот было выявлено что торфяные или озерные отложения в них отсутствуют. Это обусловлено рыхлым гранулометрическим составом пород облегчающим фильтрацию из понижений и их быстрое высыхание. Соответственно при высыхании понижений накопившийся в них субстрат выгорает и быстро выдувается (рис.9).



Рис. 9 Эоловые формы рельефа. Гидроморфные ландшафты в понижениях. Западная периферия дельты р.Терек.

Также были проведены полевые исследования участков концентрации озер в районах древних дельт р. Кума, приуроченных к разновременным дельтам этой реки. Эти дельты привязаны к высотным отметкам -16, -12, -10, 0м (рис. 5 (А)). Для этих участков также было установлено широкое развитие песков и многочисленных эоловых форм рельефа. Понижения между эоловыми формами заняты озерами и болотами. Но здесь также характерно периодическое высыхание понижений с выгоранием болотной растительности (рис.5 (Б)) и развеиванием наносов со дна понижений. Соответственно в качестве палеоархивов исследованные нами объекты не подходят

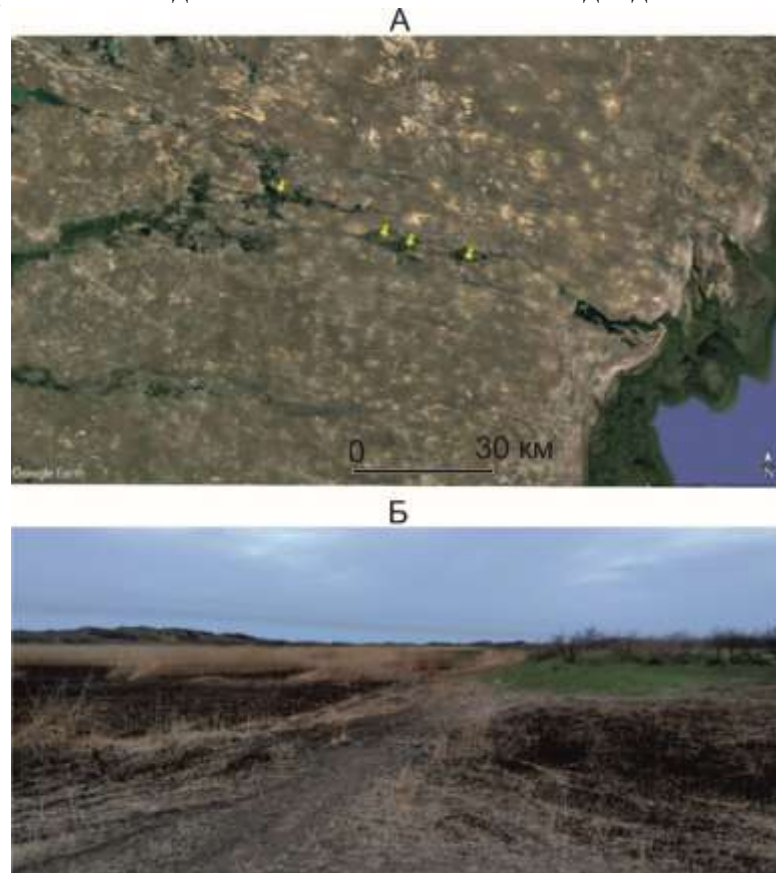


Рис. 10. Космоснимок нижней части долины р. Кума Системы озер, приуроченные к береговым линиям хвалынского этапа. Показаны пикеты, где проводилось бурение торфяников (А); Гидроморфные ландшафты в понижениях. Окрестности долины р.Кума (Б).

Впервые поставлен вопрос и предприняты попытки изучения влияния изменений водности Каспийского моря на северо-западную часть Прикаспийской низменности. Известно, что Каспийское море является важным фактором определяющим развитие климата на обширной прилегающей территории. Выявлена большая роль климатических факторов на динамику уровня моря. Показано, что падение уровня моря около 4 тыс. л.н. приводило к полному пересыханию Северного Каспия, что оказывало важное значение на климат Прикаспийской низменности и прилегающих регионов в осенне-зимний период. В это время Каспий является доминирующим поставщиком тепла и влаги, которая выносится восточными ветрами на прилегающие с северо-запада к морю территории. Зона такого влияния исчисляет сотнями километров.

В период около 4 тысяч лет наблюдался максимум регрессии Каспия и заметная активизация Азиатского максимума. Северный Каспий мог полностью пересыхать, в то время как Средний Каспий (с глубинами до 800м) не мог пересыхать, соответственно влияние моря в прилегающие ландшафты становилось резко дифференцированным, в отличие от современного периода или от периода трансгрессивных стадий голоцена. На южной периферии Прикаспийской низменности (болото Аркида) сохранялось сильное воздействие моря на ландшафты в осенне-зимний период и здесь развивались более влаголюбивые растения. В средней части низменности (район долины р. Кума или болота в районе бэровских бугров) количестве осенне-зимних осадков резко снижалось, соответственно изменялся и почвенно-растительный покров. Севернее низменности (район северных Ергеней) эти изменения становились более контрастными.

Показано, что воздействие усиливавшегося зимнего Азиатского (Сибирского) барического максимума и вероятно синхронного снижения уровня Каспийского моря в последней четверти 3 тыс. до н.э. приводило также к усилению эолового выноса из Прикаспийской низменности, включая осушенное дно Северного Каспия. При этом среднегодовые масштабы этого выноса вероятно существенно (на порядок) превышали современные. При этом и в современных условиях при определенных условиях такой эоловый вынос интенсивно работает. Это приводит к выносу значительных количеств эоловой пыли с юго-востока Европейской России и западного Казахстана в центральную и северо-восточную часть Европейской России.

### ***Сведения о достигнутых конкретных научных результатах в отчетном году***

1. Основным результатом исследований в 2019 году стало установление факта и раскрытие механизма экологической детерминации исторического процесса в степной зоне в эпоху бронзы (IV-II тыс. до н.э.). Этого удалось достичь благодаря полученным новым данным о динамике климата в регионе и аккумуляции сведений о хронологических рамках и хозяйственных моделях древнего населения.

Установлено, что определяющим фактором выживания древних обществ в степной зоне является соответствие экономической модели общества меняющимся условиям природной среды. Принимая во внимание, что на протяжении всего рассматриваемого хроноинтервала абсолютно преобладающим типом хозяйственного освоения степи было мобильное скотоводство, критически важным аспектом для выживания древних обществ было обеспечение стада кормовой базой. Считаем необходимым кратко рассмотреть особенности кормовой базы и годового экономического цикла пастушеских культур степной зоне.

В годовом цикле древних скотоводов было два неравнозначных по кормовой емкости пастбищ периода – летний и зимний. Несмотря на общую аридность территории, жаркий климат с низким количеством осадков, древние общества скотоводов находили возможность прокормить стадо в летний период даже в условиях резкой аридизации. Нами установлено, что этому способствовала более глубокий уровень разгрузки грунтовых вод, большая обводненность балочной сети, проточность рек и, как следствие, наличие крупного разнотравья по берегам, которое не выгорало в летний период, что позволяло обеспечить скот кормом и водопоем даже на пике засухи. Так, при раскопках курганов эпохи средней бронзы на низкой надпойменной террасе р.Джурак-Сал нами было показано, что погребенные почвы не несли признаков влияния засоленных грунтовых вод, что дает основания предполагать, что уровень грунтовых вод были ниже современного на 3-5 метров (Demkina et al., 2019). Таким образом, нами показано, что более глубокий врез балок, и их обводненность обеспечивали определенный кормовой минимум в летний период как в сухостепной зоне, так и в пустынной степи.

Более сложным для выживания обществ древних скотоводов является зимний период. По условиям обеспеченности кормами в зимний период степную зону юго-востока Русской равнины и Предкавказья можно разделить на две крупные природно-географические области: пустынную степь со светло-каштановыми и бурыми почвами и сухую степь с каштановыми почвами. Принципиальным отличием этих двух областей является наличие в растительном покрове древесных, кустарников и высокого разнотравья, пригодных для использования в качестве грубых кормов.

Высота снегового покрова определяет возможность тебеневки в обеих областях: чем толще слой снега, тем ниже эффективность тебеневки; и в определенный момент содержание скота на подножном корму становится невозможным. В сухостепной зоне благодаря менее континентальному климату и наличию разветвленной гидрографической сети открывается возможность зимнего выпаса скота по балкам и долинам рек. В этих местах широко распространены старицы, озера, ерики, которые, наряду с близким залеганием грунтовых вод, обеспечивают условия для роста древесных и кустарников, а также камыша, тростника, крупного не засыпаемого снегом разнотравья (последние растут и в пустынно-степной зоне, но там, зачастую, они оказываются в значительной мере стравлены в летний период). Таким образом, долины рек и балки выступают в качестве кормовой базы, обеспечивающей скот грубыми кормами в зимний период при высоком уровне снегового покрова. Но в сухостепной зоне еще одним фактором, ограничивающим возможности зимнего выпаса скота, является ледяная корка на поверхности снега и обледенение травы. Эти явления наблюдаются здесь чаще, чем в пустынно-степной зоне и потенциально могут существенно увеличивать количество невыпасных дней.

В сухостепной зоне лишь в годы с экстремально зимними осадками, когда высота снега исключает возможность перегона скота, выживание обществ древних скотоводов оказывалось под угрозой. Но если здесь такие периоды довольно редки и непродолжительны, так как снег быстро сдувается с наветренных склонов и уплотняется, открывая возможность пастбы, то в северо-западнее, в лесостепи это обычное явление. На севере степной зоны и лесостепи в силу более частого проникновения циклонов чаще возникает и ледяная корка на поверхности снега. Скот в этих условиях ранит ноги и не может двигаться на протяжении нескольких дней. Поэтому на северо-западе сухостепной зоны и в лесостепной зоне обязательным условием выживания в зимний период являлось возможность стравливания или запасаения грубых кормов.



Это полностью подтверждается археологическими данными. В бронзовом веке серпы, которые использовались для заготовки кормов, как системной явление появляются только в начале поздней бронзы, когда в стаде полностью доминирует крупный рогатый скот. Сделаны эти орудия из бронзы. До этого времени серповидные орудия единичны и сделаны из кремня, причем, они, скорее всего, полифункциональны. Кремневые вкладыши для настоящих серпов хорошо известны на Северном Кавказе для всего бронзового века, но там этот феномен связан не столько с заготовкой кормов, сколько с земледелием. Показательна локализация находок металлических серпов ПБВ.

Подавляющее большинство из них находится именно в лесостепной зоне и в южном пограничье с ней, т.е. именно там, где есть его источники изаготовка грубых кормов была наиболее необходима для содержания скота в зимний период.

В пустынно-стеной зоне гидрографическая сеть развита значительно слабее, источников грубых кормов нет. В этой ситуации увеличение количества осадков в зимний период приводит к возрастанию количества невыпасных дней, ослаблению и падежу скота, вплоть до гибели всего стада и, как следствие, - общества.

Таким образом, доступность грубых кормов в зимний период является определяющим фактором выживания обществ древних скотоводов. По этому показателю всю степную зону европейской части нашей страны можно разделить на следующие области:

Таблица 2. Степень экологической детерминации развития древних обществ в различных областях степной зоны

Природная зона	Степь и лесостепь	Сухая степь	Пустынная степь
Почвы	черноземы	каштановые	Светло-каштановые
Критический экологический фактор	высота снежного покрова, обледенение травы, наст	высота снежного покрова, обледенение травы, наст	высота снежного покрова
Адаптационные возможности	зимний выпас скота в долинах рек и балок, заготовка грубых кормов	зимний выпас скота в долинах рек и балок	отсутствуют
Степень экологической детерминации	умеренная	высокая	абсолютная

Таким образом, основным фактором, определявшим выживание древних обществ в степной зоне, является доступность кормов в зимний период. Условия летнего периода не оказывали критического влияния на жизнь древнего населения. Лишь в случае резкой сильной и продолжительной летней засухи могло иметь место сокращение стада, но это не приводило к их гибели.

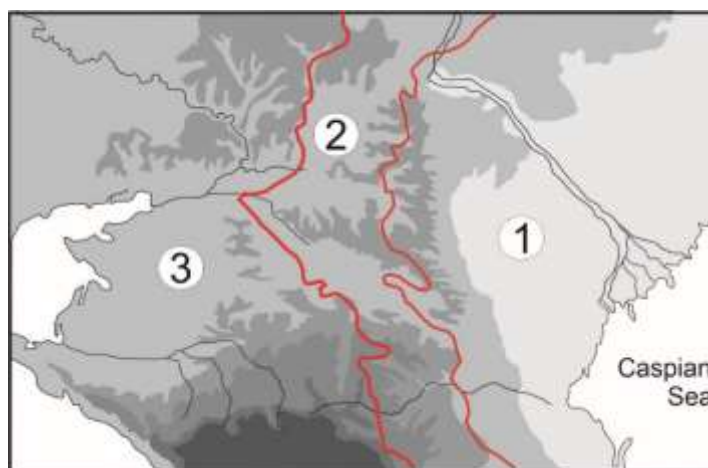


Рис. 11. Ареалы обеспеченности грубыми кормами. 1 - пустынно-степная зона; 2 – сухостепная зона; 3 – степь и лесостепь

2. Еще одним важнейшим результатом проведенной работы стала реконструкция годового хода осадков в степной зоне в эпоху бронзы. Этого удалось достичь благодаря раскрытию сущности терминов «аридизации» и «гумидизация» в степной зоне. Нами установлено, что традиционные признаки аридизации, такие как уменьшение мощности гумусового горизонта и сокращение запасов гумуса, эрозионные процессы, засоление, окисление почв, уменьшение величины магнитной восприимчивости и др. зависят от количества зимних осадков. Чем больше осадков зимой, тем сильнее промачивается почва весной, вымываются токсичные соли, создается влагозапас, обеспечивающий рост растений и накопление гумуса. Таким образом, при мягком климате с обильными снегопадами и дождями зимой в почве проявляются все признаки гумидизации. Это наблюдается при ослаблении зимнего антициклона и более частом проникновении в степь циклонов. В такие периоды наблюдается частые оттепели, дожди, туманы, за которыми следуют периоды похолодания и связанные с этим метели, гололед, обледенение травы, формирование ледяной корки и увеличение мощности снегового покрова. В этих условиях увеличивается число невыпасных дней, и, как следствие, болезни и ослабление скота вплоть до полной потери стада, за которым следует гибель населения. Но в палеопочвенных и палинологических архивах этот период будет соответствовать экологическому оптимуму.

Напротив, аридизация климата в степи выражается в сокращении количества осадков в холодное время года. В условиях мощного азиатского антициклона зимой устанавливается холодная сухая погода с малой мощностью снегового покрова или его полным отсутствием. В почве при этом накапливаются соли; в отсутствие зимней влагозарядки наблюдается весенняя засуха, сокращаются запасы гумуса, появляются свидетельства эрозии и дефляции – классический набор признаков, отражающих аридизацию климата. Но именно в такие периоды, которые ранее рассматривались как палеоэкологические кризисы, в условиях бесснежных холодных зим создаются условия для зимнего содержания скота – основы экономики древних обществ.

Таким образом, в периоды аридизации в степи, несмотря на суровые, в целом, условия и низкую кормовую емкость пастбищ, создавались условия для выживания обществ древних скотоводов, и, напротив, в периоды известных палеоэкологических оптимумов и гумидизации климата выживание населения ставилось под угрозу. В первую очередь это относится к пустынно-степной зоне. И причиной тому было отсутствие возможностей для зимнего выпаса скота.

3. Безусловным открытием, полученным в ходе выполнения проекта, является методика реконструкции влагообеспеченности летнего периода. Как известно, традиционные методы палеоэкологических реконструкций – палепочвенный и спровопыльцевой – не имеют возможности реконструировать летние осадки в сухих и пустынных степях. В этих областях летние осадки непродуктивны: почва промачивается на глубину не более 5-7 см; соли не вымываются из почвенного профиля, а в составе фитоценозов не происходит кардинальных изменений. Но, летние осадки имеют важное значение для обществ древних скотоводов. Нами впервые показано, что в периоды аридизации летние осадки могут поддерживать растительный покров от летнего выгорания, обеспечивая поступление в почву больших объемов растительного опада, что, в свою очередь, вызывает рост микробной биомассы почв. Поэтому, высокая микробная биомасса в погребенных почвах, наряду с увеличением доли микроорганизмов, специализирующихся на разложении растительных остатков, являются показателями увеличения нормы летних осадков. Отметим, что в такие периоды отмечался и рост значений магнитной восприимчивости, как следствие оптимизации условий для всех типов почвенных микроорганизмов, в том числе и бактерий-железоредукторов, отвечающих за синтез биогенного магнетита.

4. Общим результатом исследований стала реконструкция климатического фона и степени экологического детерминизма развития древних обществ степной зоны.

Эпоха ранней бронзы в степной зоне совпала с периодом довольно мягкого климата. Почвы эпохи энеолита и ямного времени имели хорошо выраженный гумусовый горизонт с высоким содержанием гумуса, но близкое к поверхности залегание солевого горизонта и высокую засоленность, на фоне высоких значений микробной биомассы. Это свидетельствует о малоснежных мягких зимах и высоких нормах осадков в летний период. В составе стада доминировал КРС, второе место занимал МРС.

Эпоха средней бронзы началась в тех же климатических условиях, что и ямное время. Первые признаки аридизации климата и отмечены в XXVIII-XXVII вв. до н.э. Дальнейшей общей тенденцией климатических изменений в это период было усиление континентальности климата: зимы становились все более холодными и сухими. При отсутствии снегового покрова не происходило весенней влагозарядки почвы, создавались условия для весенних засух. Это приводило к общему сокращению кормовой базы и обуславливало рост доли мелкого рогатого скота в составе стада. Процесс этот проходил постепенно. Если на развитом этапе средней бронзы крупный рогатый скот составлял заметный удельный вес 30-40%, то в финале средней бронзы он составлял не более 20%, причем только в культурах на северной степи и в лесостепи. У культур н территории сухостепной и пустынно-степной зоны мелкий рогатый скот полностью доминировал. Поселения здесь отсутствуют, а находки костей КРС в погребениях единичны и составляют всего 0,1% от всех комплексов с костями животных. Причем, такие памятники тяготеют к предгорной зоне.

В Предгорьях Северного Кавказа в культурах финала СБВ в погребениях кости КРС представлены в одинаковых пропорциях с костями МРС. В этом регионе на протяжении всей эпохи бронзы соотношение КРС и МРС соотношение менялось незначительно, и в экономике, наряду со скотоводством, заметную роль играло земледелие.

В конце III тыс. до н.э. указанные процессы достигли своего пика. Этот период ранее рассматривался как палеоэкологический кризис. При этом ранее оставался нерешенным вопрос: каким образом на фоне прогрессирующей аридизации удавалось выживать посткатакомбным культурным группам, практически полностью заселившим

всю территорию степи. Ответ на этот вопрос был получен в ходе наших исследований, когда был разработан и апробирован описанный выше методический подход, позволяющий реконструировать годовой ход осадков.

Установлено, что в погребенных почвах, перекрытых курганной насыпью на пике аридизации в конце III – начала II тыс. до н.э. в микробная биомасса превышала показатели современной почвы, а в ее структуре преобладали бактерии и грибы, разлагающие растительные остатки. Эти признаки убедительно свидетельствуют о значительных объемах растительных остатков, поступавших в почву в тот период. В степной зоне такое возможно только при частых летних осадках, которые не способны изменить химические свойства почв, но поддерживают рост растений в период летней засухи. Таким образом, в финале среднего бронзового века и в посткатакомбный период в степи, несмотря на общую суровость условий выживания, для обществ древних скотоводов открывалась возможность круглогодичного выпаса скота – в зимний период благодаря холодным и бесснежным зимам, летом – благодаря частым небольшим осадкам, предотвращавшим полное выгорание степи. Но, тем не менее, общий аридный фон и весенние засухи, по всей видимости, были ограничивающим фактором, который послужил причиной практически полного отказа от разведения КРС и перехода на разведение мелкого рогатого скота, не столь требовательного к количеству и качеству корма.

Резкая смена природных условий имела место в начале позднего бронзового века. Палеопочвенные данные и результаты спорово-пыльцевого анализа свидетельствуют о значительном увеличении влагообеспеченности, причем наиболее ярко это проявилось в зимний период. Высокие нормы зимних осадков привели к рассолению почв, накоплению гумуса, мощной влагозарядке почвы. В целом, эпоха поздней бронзы – это период демографического всплеска. Количество памятников этого времени в разы превосходит показатели предшествующих этапов бронзового века. Кочевое скотоводство полностью заменяется пастушеским, чему способствовала заметно возросшая продуктивность пастбищ. Это привело к росту количества стационарных поселений срубной культуры во всех регионах ее распространения, за исключением территории пустынно-степной зоны. Здесь ее памятники малочисленны и связаны с проникновением отдельных мобильных групп, специализировавшихся на разведении МРС. Поселения в этой зоне отсутствуют.

Показателен и состав стада для основного ареала срубной культуры. Первое место здесь занимает КРС, второе лошадь и только третье МРС. Симптоматичным является то, что только в эпоху поздней бронзы свинья стала демонстрировать стабильный показатель – 5-7%, что свидетельствует об уровне оседлости населения, который был обусловлен природно-климатическими факторами.

Это способствовало расцвету срубной культуры, но только в зоне сухой степи и лесостепи, где была возможность использовать грубые корма. В пустынно-степной зоне такой возможности не было, что вызвало резкое сокращение населения именно вследствие несоответствия хозяйственной модели изменившимся условиям среды.

### ***Описание выполненных в отчетном году работ и полученных научных результатов для публикации на сайте РНФ***

1. Установлена степень и раскрыт механизм экологической детерминации исторического процесса в степной зоне в эпоху бронзы (IV-II тыс. до н.э.). Этого удалось достичь благодаря полученным новым данным о динамике климата в регионе и

аккумуляции сведений о хронологических рамках и хозяйственных моделях древнего населения.

Показано, что определяющим фактором выживания древних обществ в степной зоне является соответствие экономической модели общества меняющимся условиям природной среды. Принимая во внимание, что на протяжении всего рассматриваемого хроноинтервала абсолютно преобладающим типом хозяйственного освоения степи было мобильное скотоводство, критически важным аспектом для выживания древних обществ было обеспечение стада кормовой базой в летний и зимний периоды.

Установлено, что условия летнего периода не оказывали критического влияния на жизнь древнего населения. Доказано более глубокое залегание уровня грунтовых вод в эпоху бронзы, что приводило к большей обводнённости балочной сети, обеспечивало проточность рек и, как следствие, наличие крупного разнотравья по берегам, которое не выгорало в летний период, что позволяло обеспечить скот кормом и водопоем даже на пике засухи.

Более сложным для выживания обществ древних скотоводов является зимний период. Выживание древних обществ в этот период зависело от наличия в растительном покрове древесных, кустарников и высокого разнотравья, пригодных для использования в качестве грубых кормов. В связи с этим по степени доступности грубых кормов, и соответственно, степени экологической детерминации развития древних обществ всю степную зону европейской части нашей страны можно разделить две области: 1 - пустынно-степная зона со светло-каштановыми почвами (полная экологическая детерминация; адаптационные возможности отсутствуют); 2 – сухостепная зона с каштановыми почвами (высокая степень экологической детерминации, адаптационные возможности: зимний выпас скота в долинах рек и балок)

2. Важным результатом проведенной работы стала реконструкция годового хода осадков в степной зоне в эпоху бронзы. Этого удалось достичь благодаря раскрытию сущности терминов «аридизации» и «гумидизация» в степной зоне. Нами установлено, что аридизация климата в степи выражается в сокращении количества осадков в холодное время года. В такие периоды, которые ранее рассматривались как палеоэкологические кризисы, в условиях бесснежных холодных зим создаются условия для зимнего содержания скота – основы экономики древних обществ. Напротив, в периоды известных палеоэкологических оптимумов и гумидизации климата выживание населения ставилось под угрозу. В первую очередь это относится к пустынно степной зоне, где в условиях обильных снегопадов не было возможностей для зимнего выпаса скота.

3. Разработан методический подход для реконструкции влагообеспеченности летнего периода. Как известно, традиционные методы палеоэкологических реконструкций не имеют возможности реконструировать летние осадки в сухих и пустынных степях. В ходе выполнения проекта впервые были использованы методы почвенной микробиологии для установления влагообеспеченности летнего периода. Показано, что в периоды аридизации имело место некоторое увеличение летних осадков, которые поддерживали растительный покров от летнего выгорания, обеспечивая поступление в почву больших объемов растительного опада, что, в свою очередь, вызывало рост микробной биомассы почв. Поэтому, высокая микробная биомасса в погребенных почвах, наряду с увеличением доли микроорганизмов, специализирующихся на разложении растительных остатков, являются показателями увеличения нормы летних осадков.

4. На основании полученных данных, установлен экологический фон и степень экологического детерминизма развития древних обществ степной зоны. Показано, что эпоха ранней бронзы в степной зоне совпала с периодом довольно мягкого климата с малоснежными мягкими зимами и высокими нормами осадков в летний период. В составе стада доминировал КРС.

Эпоха средней бронзы началась в тех же климатических условиях, что и ямное время. В XXVIII-XXVII вв. до н.э. появляются первые признаки аридизации и усиление континентальности климата: сокращение зимних осадков, общее похолодание, весенние засухи. Это приводило к общему сокращению кормовой базы и обуславливало рост доли мелкого рогатого скота в составе стада.

В конце III тыс. до н.э. указанные процессы достигли своего пика. В то же время, для этого периода нами установлено увеличение количества осадков в летний период. Таким образом, в финале среднего бронзового века и в посткатакомбный период в степи, несмотря на общую суровость условий выживания, для обществ древних скотоводов открывалась возможность круглогодичного выпаса скота – в зимний период благодаря холодным и бесснежным зимам, летом – благодаря частым небольшим осадкам, предотвращавшим полное выгорание степи. Но, тем не менее, общий аридный фон и весенние засухи, по всей видимости, были ограничивающим фактором, который послужил причиной практически полного отказа от разведения КРС и перехода на разведение мелкого рогатого скота, не столь требовательного к количеству и качеству корма.

Резкая смена природных условий имела место в начале позднего бронзового века. Палеочувенные данные и результаты спорово-пыльцевого анализа свидетельствуют о значительном увеличении влагообеспеченности, причем наиболее ярко это проявилось в зимний период. Высокие нормы зимних осадков привели к рассолению почв, накоплению гумуса, мощной влагозарядке почвы. Это способствовало расцвету срубной культуры, но только в зоне сухой степи и лесостепи, где была возможность использовать грубые корма. В пустынно степной зоне такой возможности не было, что вызвало резкое сокращение населения именно вследствие несоответствия хозяйственной модели изменившимся условиям среды.

<https://issp.pbcras.ru/index.php/laboratory/laboratoriya-arkheologicheskogo-pochvovedeniya>

1. The ecological determination of the historical process in the steppe zone in the Bronze Age (IV-II millennium BC) was established and the principle of the influence of natural conditions on the society of ancient pastoralists was shown. This was achieved thanks to new data on climate dynamics in the region and the accumulation of information on the chronological framework and economic models of the ancient population.

It has been established that the determining factor for the survival of ancient societies in the steppe zone is the conformity of the economic model of society to changing environmental conditions. Taking into account that mobile cattle breeding was an absolutely prevailing type of economic development of the steppe throughout the entire chronointerval, the crucial aspect for the survival of ancient societies was to provide the herd with a food base in summers and winters.

It was established that the conditions of the flight period did not have a critical impact on the life of the ancient population. A deeper groundwater level in the Bronze Age was proved,

which led to a greater supply of beam network, ensured river flow and, as a result, provided the presence of large forbs along the banks, which did not burn out in the summer. It made it possible to provide livestock with food and water even at the peak drought.

More difficult for the survival of the societies of ancient pastoralists was the winter period. The survival of ancient societies during this period depended on the presence of tree, shrubs and tall herbs in the vegetation, suitable for use as roughage. In this regard, according to the degree of accessibility of roughage, and, accordingly, the degree of environmental determination of the development of ancient societies, the entire steppe zone of the southern part of the Russian Plain and Ciscaucasia can be divided into two areas: 1 - desert-steppe zone with light chestnut soils (complete environmental determination without adaptation opportunities): 2 - dry-steppe zone with chestnut soils (high degree of environmental determination, adaptation opportunities - winter grazing in river and beam valleys)

2. An important result of this work was the reconstruction of the patterns of annual precipitation in the steppe zone in the Bronze Age. This was achieved thanks to the disclosure of the essence of the terms “aridization” and “humidification” in the steppe zone. We found that climate aridization in the steppe is expressed in a decrease in precipitation in the cold season. In such periods, which were previously considered as paleoecological crises, in conditions of snowless cold winters, conditions are created for the winter keeping of cattle - the basis of the economy of ancient societies. On the contrary, during periods of known paleoecological optima and an increase in climate humidity, population survival was threatened. This primarily refers to the desert steppe zone, where in conditions of heavy snowfall there was no opportunity for winter grazing.

3. A methodological approach has been developed for reconstructing the moisture supply of the summer period. As is known, traditional methods of paleoecological reconstructions do not have the ability to reconstruct summer rainfall in dry and desert steppes. In the course of the project, the methods of soil microbiology were used for the first time to establish the moisture supply of the summer period. It was shown that during periods of aridization, there was a slight increase in summer rainfall, which supported the vegetation cover from summer burnout, providing large volumes of plant litter entering the soil, which, in turn, caused an increase in microbial soil biomass. Therefore, high microbial biomass in buried soils, along with an increase in the share of microorganisms specializing in the decomposition of plant debris, are indicators of an increase in summer rainfall.

4. Based on the data obtained, the ecological background and the degree of environmental determinism of the ancient societies in the steppe zone are established. It is shown that the era of Early Bronze in the steppe zone coincided with a rather mild climate with little snowy mild winters and high rainfall in the summer. The herd was dominated by cattle.

The Middle Bronze Age began in the same climatic conditions as the Pit Time. In the 28-27 centuries. BC. the first signs of aridization and increased continental climate appear: a decrease in winter precipitation, general cooling, spring droughts. This led to a decrease in the food supply and caused an increase in the share of sheep in the herd.

At the end of III millennium BC, these processes have reached their peak. At the same time, for this period we found an increase in the amount of precipitation in the summer period. Thus, in the final of the Middle Bronze Age and in the post-catacomb period in the steppe, in spite of the general severity of the conditions of survival, the possibility of year-round grazing of cattle opened up for ancient cattle-breeding societies - in winter due to cold and snowless winters, in summer - due to frequent small precipitation that prevented complete burnout of the

steppe. But, nevertheless, the general arid background and spring droughts, apparently, were the limiting factor that caused the almost complete rejection of cattle breeding and the transition to sheep breeding, which is not so demanding on the quantity and quality of feed.

A sharp change in natural conditions took place at the beginning of the late Bronze Age. Paleo-soil data and the results of spore-pollen analysis indicate a significant increase in moisture supply, and this was most pronounced in the winter period. High winter precipitation rates led to soil desalinization, humus accumulation, and powerful soil recharge. This contributed to the flourishing of the log house culture, but only in the zone of dry steppe and forest-steppe, where it was possible to use roughage. In the desert-steppe zone, this was not possible, which caused a sharp decline in the population precisely because of the mismatch of the economic model with the changing environmental conditions.

<https://issp.pbcras.ru/index.php/laboratory/laboratoriya-arkheologicheskogo-pochvovedeniya>

В 2029 г. исполнители проекта Борисов А.В., Мимоход Р.А., Бакушев М.А., Рябогина Н.Е., Насонова Э.Д., Пинской В.Н. принимали участие в экспедиционных исследованиях на территории Волгоградской, Астраханской, Ростовской областей, Республики Калмыкия, Дагестан.

Результаты выполнения проекта были доложены на следующих конференциях:

- 25th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists. Bern, Switzerland, 4-7 September 2019;
- 19 International multidisciplinary scientific GeoConference-SGEM, Albena, Bulgaria, 30 June - 6 July, 2019;
- International Conference "Mountains: Cultures, Landscapes and Biodiversity: Baku, Azerbaijan, 10-12 May 2019;
- 18<sup>th</sup> Conference of the International Workgroup for Paleobotany, Lecce, Italy, 3rd-8th June 2019
- V Всероссийская научная конференция «Динамика экосистем в голоцене» (к 100-летию Л. Г. Динесмана. Москва, 11-15 ноября 2019);
- XXII Докучаевские молодежные чтения «Почва как система функциональных связей в природе», Санкт-Петербург, 25 февраля – 2 марта 2019;
- 23-я Международная. Пушинская школа-конференция. Молодых ученых «Биология - наука XXI века», Пушино, 15-19 апреля 2019 г.

По итогам исследований в 2019 г. опубликованы следующие статьи:

Dushchanova K.S., Khomutova T.E., Idrisov I., Udaltsov S.N., Borisov A.V., Chemical properties and the state of microbial communities of the buried soils in the loess of the eastern Ciscaucasia// International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. Conference Proceedings. 2019. Vol. 19. Issue 3.2. P. 89-94. <https://doi.org/10.5593/sgem2019/3.2>

Potapova A., Eltsov M., Pinsky V., Bukhonov A., Idrisov I. The changes in the dry steppe soil cover depending on grazing intensity // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. Conference Proceedings. 2019. Vol. 19. Issue 3.2. P. 475-482. <https://www.sgem.org/index.php/elibrary?view=publication&task=show&id=5755>



Demkina T., Borisov A., Khomutova T. Comparative characteristics of recent and buried soil associations in the desert-steppe zone on the Volga-Don Interfluve // 2019, Volume 52, Issue 11, pp 1321–1332. DOI: 10.1134/S1064229319110024 Q2

Khomutova T., Kashirskaya N., Demkina T., Kuznetsova T., Fornasier F., Shishlina N., Borisov A. Precipitation pattern during warm and cold periods in the Bronze Age (around 4.5-3.8 ka BP) in the desert steppes of Russia: Soil-microbiological approach for palaeoenvironmental reconstruction // Quaternary International. 2019/  
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.02.013> Q1

Borisov A., Krivosheev M., Mimokhod A., El'tsov V. “Sod blocks” in kurgan mounds: Historical and soil features of the technique of tumuli erection // Journal of Archaeological Science: Reports. 24. 2019. 122-131. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.01.005>. Q1.

Приняты в печать и будут опубликованы в 2020 г. следующие публикации:

Борисов А.В., Алексеев А.О. К вопросу о времени и причинах возникновения солонцового процесса в почвах пустынных степей юго-востока Русской равнины // Arid Ecosystems. 2020. (Q3)

Gadjiev M., Bakushev M., Borisov A., Ryabogina N. Migration and demographic processes in the territory of Dagestan in the Albanian-Sarmatian and early medieval periods // Stratum plus. 2020. (Q1)

---

<sup>i</sup> При публикации результатов ссылка на выполнение работы в ЦКП обязательна

<sup>ii</sup> RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM

CALIB REV7.1.0

Copyright 1986-2018 M Stuiver and PJ Reimer

References for calibration datasets:

Reimer PJ, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Buck CE

Cheng H, Edwards RL, Friedrich M, Grootes PM, Guilderson TP, Haflidason H,

Hajdas I, HattГ© C, Heaton TJ, Hogg AG, Hughen KA, Kaiser KF, Kromer B,

Manning SW, Niu M, Reimer RW, Richards DA, Scott EM, Southon JR, Turney CSM,

van der Plicht J.

IntCal13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0-50000 years calBP

Radiocarbon 55(4). DOI: 10.2458/azu\_js\_rc.55.16947