

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПОВОЛЖСКАЯ  
АРХЕОЛОГИЯ

**№ 3 (37)**

**2021**

## ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ОСВОЕНИЕ ЧЕЛОВЕКОМ ПОЙМЫ РЕКИ ДЕРКУЛ (ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН) В СЕРЕДИНЕ ГОЛОЦЕНА<sup>1</sup>

© 2021 г. Д.А. Гаврилов, Т.Б. Мамиров, С.А. Растигеев, В.В. Пархомчук

В работе приведены результаты почвенно-археологического изучения педо-сидиментационной последовательности поймы реки Деркул (Западный Казахстан). Целью исследования была реконструкция этапов аллювиального седиментогенеза и относительно продолжительных периодов почвообразования, соответствующих времени освоения поймы реки. Было установлено, что начало формирования толщи пойменных отложений было связано с русловой седиментацией на ранних этапах голоцена, которая в последующем сменилась относительно продолжительным периодом почвообразования (5,6–3,8 калиб. лет до н. э.) с образованием гумусово-квизиглеевой почвы в условиях низкой поймы (120–200 см). На последних этапах почвообразования (4,6–3,6 калиб. лет до н. э.) пойма была освоена человеком, что отражено в формировании культурного горизонта, заполненного артефактами и загрязнением слоя соединениями фосфора. Последующий этап аллювиальной седиментации в конце суббореального периода, связанный с изменением гидрологического режима реки, хронологически отделен от этапа стационарного освоения поймы человеком.

**Ключевые слова:** археология, Казахстан, энеолит, прикаспийская культура, голоцен, аллювий, почвы, синлитогенез, пойма, фитоолиты.

### Введение

Пойма реки в условиях аридного климата всегда являлась наиболее притягательным местом для проживания человека. Здесь он находил постоянный источник пресной воды, богатую сырьевую базу для охоты и рыболовства. Кроме того, в пойме, благодаря постоянному аллювиальному седиментогенезу, создаются условия для стратиграфической записи последовательности этапов природных событий и этапов освоения территории человеком. Поэтому пойменные памятники представляют собой особую категорию археологических объектов, где имеется обширная информация о деятельности человека в хроностратиграфической последовательности.

Геоархеологические исследования на аллювиальных отложениях

представляют собой довольно распространенный способ интеграции археологии и естественных наук (Александровский и др., 1987; *Alluvial Geoarchaeology*, 1997; *Earth Sciences and archaeology*, 2001; Александровский, 2004; Воробьева, 2010; Величко и др., 2014; Кренке и др., 2014; Нигматова, 2020; Аубекеров, Нигматова, 2021; и др.). На территории Волго-Иртышского междуречья археологи часто отмечают для мезолит-энеолитического периода топографическую и стратиграфическую приуроченность памятников к пойменным участкам (Зайберт, Потемкина, 1981; Юдин, 2012; Зайберт и др., 2012; Калиева, Логвин, 2017; и др.), но, к сожалению, чаще всего они изучаются только методами археологии без привлечения возможностей естественных наук. Исключением пока для территории

<sup>1</sup> Полевые работы и радиоуглеродное датирование выполнены при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, ИРН проекта AP08052885, лабораторные анализы были выполнены за счет средств государственного бюджета (проект АААА-А17-117030110077-4), полученных Институтом почвоведения и агрохимии СО РАН от Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

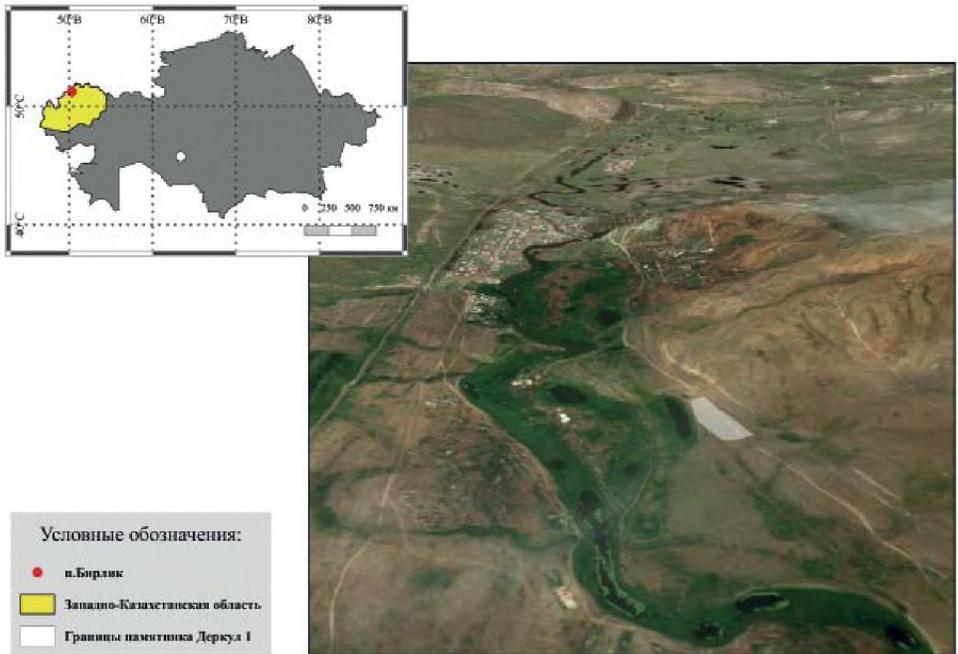


Рис. 1. Месторасположение памятника Деркул I

Fig. 1. The location of the site Derkul I

Казахстана можно считать изучение энеолитического памятника Деркул I (Таскалинский р-н, Западно-Казахстанская область, Казахстан), обнаруженного в 1986 г. и предварительно исследованного в 1991 г. (Малов, 1988, с. 486; Малов, 2008, с. 70; Моргунова, 1991, с. 7–10).

Памятник Деркул I ( $51^{\circ}07'32.4''$  с. ш.,  $50^{\circ}13'12.4''$  в. д.) расположен на левом берегу центральной поймы реки Деркул в 80 км к западу от г. Уральска (Мамиров и др., 2019; Гаврилов, Мамиров, 2020) (рис. 1). При изучении толщи отложений, слагающих территорию памятника, было отмечено их сложное строение, что потребовало более подробного исследования методами естественных наук – почвоведения, литологии и радиоуглеродного датирования.

Целью данной работы стала реконструкция этапов и условий формирования педолитологической последовательности центральной поймы

реки Деркул и соотнесения выявленных этапов с периодами проживания человека в пойме реки для середины голоцена.

#### **Объекты и методы исследования**

*Месторасположение памятника и условия почвообразования*

Участок поймы р. Деркул, где расположен памятник, имеет ровный рельеф с небольшим уклоном от коренного берега к руслу реки и приподнят над меженным урезом реки на 4 м (высокая пойма). В средней части поймы проходят хорошо заметные бывшие палеоруслы реки, идущие параллельно современному руслу и придающие этому участку поймы параллельно гривистый рельеф. Остатки первого палеоруслы реки Деркул, на котором расположен памятник, прослеживаются от границ п. Бирлик вдоль коренного берега до резкого поворота современного русла на север.

Климат в регионе умеренный континентальный сухой. Сред-

няя температура января в районе разреза  $-10,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (метеостанция Та-скала) (Агроклиматические ресур-сы..., 2017); длительность залегания снежного покрова 142 дня. Средняя температура июля составляет  $+24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовая температура  $+5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , сумма активных температур выше  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $2938\text{ }^{\circ}\text{C}$  в год. В среднемного-летнем за год выпадает осадков более 300 мм в год. В целом в теплый пери-од времени (VI–X мес.) выпадает око-ло 200 мм с максимумом в июне-июле и октябре. Коэффициент увлажнения (по Н.Н. Иванову) в регионе –  $0,6\text{--}0,8$ .

Растительность в районе представ-лена типчаково-ковыльными степями на уровне высокой поймы и корен-ного берега, мезофитными лугами в районе узкой полосы низкой поймы современного русла реки и болотны-ми травяными сообществами в местах западинного рельефа (палеорусла).

#### *Полевое исследование*

В ходе полевых исследований был проведен морфолого-генетический анализ двухметровой гумусово-стра-тифицированной толщи и диагности-рованы горизонты и слои в соответ-ствии с Классификацией почв России (2004). Почва была определена как стратозем светло-гумусовый водно-ак-кумулятивный урбо-стратифицирован-ный, в основании которой находится погребенная гумусово-квасиглеевая почва (120–200 см). Поверхность палеопочвы служила уровнем обжига-ния жителями памятника Деркул I. В работе приводятся данные только той части разреза, которые непосредствен-но предшествуют, синхронны периоду функционирования памятника и време-ни формирования погребавшего аллю-виального наноса ( $RJ_6\text{ aq, ca} - RJ_7\text{ ca, ur} - [AUq, ca - Qca]$ ) (рис. 2).

Почвенные образцы на общие ана-лизы отобраны сплошной колонкой каждые 5–10 см в пределах генетиче-ских горизонтов почв, а для проведения микробиоморфного анализа в нижней

части каждого пятисантиметрового слоя мощностью 1–2 см.

#### *Лабораторное исследование*

Осадконакопление – важнейший фактор в пойме, определяющий дли-тельность и характер почвообразова-ния, что в свою очередь обуславлива-ет возможность освоения человеком пойменных участков. При высокой частоте разливов реки в пойме пре-обладают процессы осадконакопле-ния, что делает ее мало пригодной для стационарного освоения человеком, и наоборот, при длительном почвообра-зовании и снижении поёмности реки у человека появляется возможность освоить наиболее продуктивные зем-ли. Поэтому диагностика этапов осад-конакопления и почвообразования в синлитогенных почвах поймы являет-ся первоочередной.

Диагностика генезиса почвообра-зующей породы и характер осадкона-копления традиционно производится на основе определения размерности частиц (гранулометрический состав) и профильного их распределения. Вод-ный поток обладает транспортирую-щей и сегрегационной способностью, которые определяются количеством воды и твердого стока, турбулентно-стью потока и скоростью течения. Так, при скорости течения  $0,162\text{ м/с}$  начи-нает передвигаться по дну мелкий пе-сок, при скорости  $0,216\text{ м/с}$  – крупный песок, при скорости  $0,975\text{ м/с}$  – мел-кая галька (Кизевальтор и др., 1981). По мере удаления и русла реки полые воды теряют скорость и тем самым сепарируют частицы, откладывая бо-лее мелкие частицы в притеррасных участках, а более крупные – вблизи русла реки. Поэтому для определе-ния условий и осадконакопления их смены был проведен гранулометри-ческий анализ пипеточным методом (пирофосфат натрия).

Также для диагностики характе-ра почвообразования были изучены следующие консервативные свойства

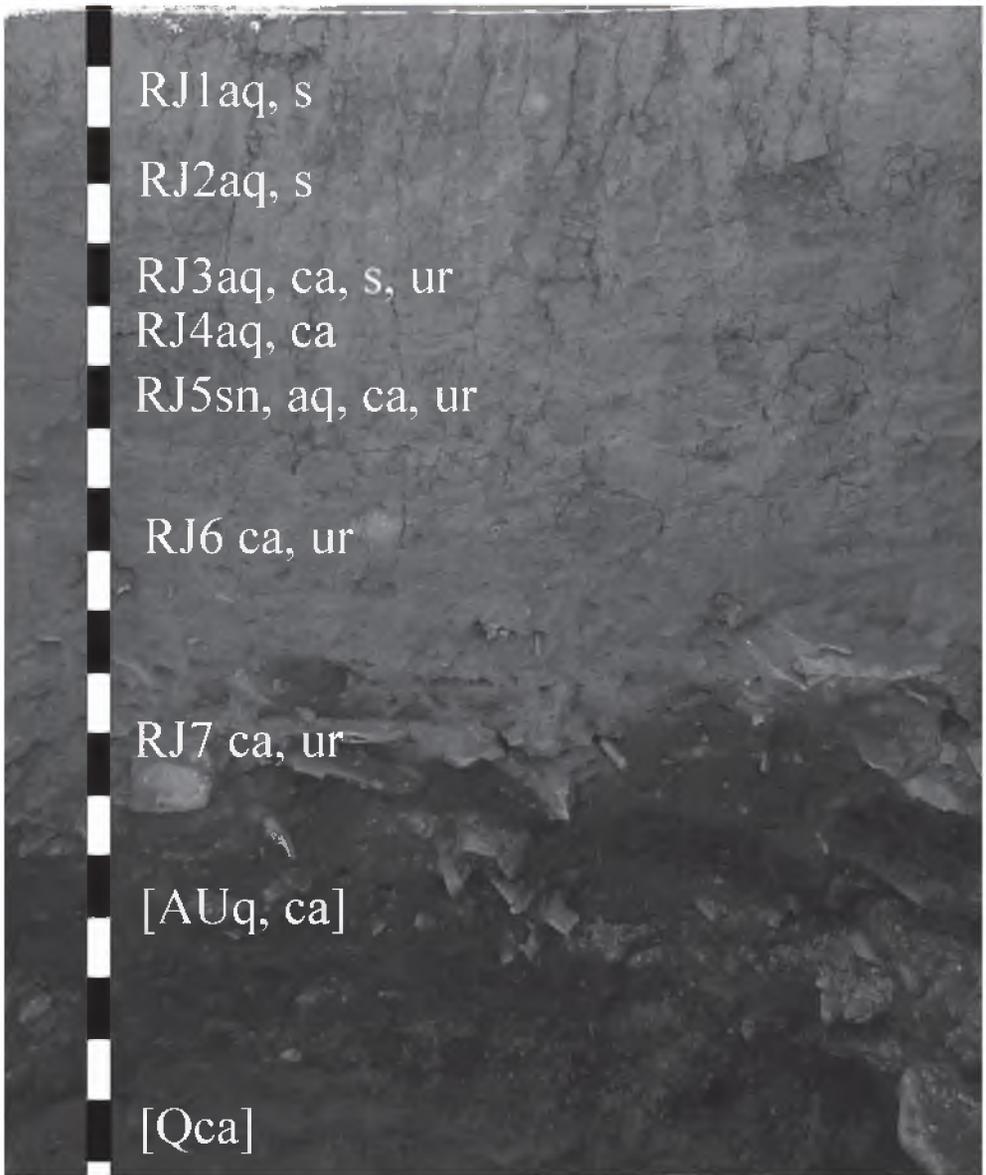


Рис. 2. Стратозем светло-гумусовый водно-аккумулятивный  
урбостратифицированный на гумусово-квасиглеевой почве

Fig. 2. Stratozem light-humus water-accumulative urbostratified on a humus-quasi-gley soil

почв, обладающие разной относительной устойчивостью во времени: содержание органического углерода (по Тюрину), качественный состав обменных оснований (по Пфефферу), рН водной суспензии и содержание карбонатов кальция (Теория ..., 2006).

Для реконструкции палеоклиматических условий почвообразования

были изучены свойства гумусового профиля почв: содержание общего углерода, качественный состав гумусовых веществ, элементное соотношение Н:С в гуминовых кислотах (Дергачева и др., 2012). Наиболее информативным свойством гумусовых кислот для определения тепло- и влагообеспеченности условий гуму-

сообразования является соотношение величин Н:С в гуминовых кислотах. Для территории Южного Урала было установлено, что при величине Н:С  $1,06 \pm 0,09$  условия гумусообразования соответствуют лесным биомам,  $1,02 \pm 0,06$  – лесостепи,  $0,85 \pm 0,04$  – степи,  $0,70 \pm 0,06$  – сухой степи (Дергачева и др., 2012).

Дополнительно был изучен микробиоморфный профиль, качественные и количественные характеристики которого дают возможность реконструировать состав фитоценоза и выявлять возможные эрозионно-аккумулятивные этапы в формировании почвенного профиля (Гольева, 2001, 2008; Гаврилов, Хабдулина, 2018).

Для построения археологической стратиграфии были использованы полевые наблюдения положения в толще почвы артефактов по глубине и определение содержания фракций фосфора (валовой, органический и минеральный) в почве (Saunders, Williams, 1955; Holliday, Gartner, 2007). При длительном стационарном освоении территории человек искусственно обогащает почву труднорастворимыми соединениями фосфора в результате минерализации большого количества растительного и животного материала.

Для определения  $^{14}\text{C}$  гуминовых кислот почвы была проведена ступенчатая химическая обработка почвы с выделением «мобильной» и «молдой» фракций гуминовых кислот (ГК-1) при обработке образца  $0,1\text{N NaOH}$  и «стабильной» фракции, связанной с минеральной частью почвы (ГК-2) (после декальцирования и  $0,1\text{N}$  обработки  $\text{NaOH}$ ) (Чичагова, 1985). Определение  $^{14}\text{C}$  почвенных образцов проведено по ГК-2. Время функционирования памятника было установлено по  $^{14}\text{C}$  коллагена костей животных. Графитизация и УМС-анализ (AMS) графитов проведены в А.Е. Lalonde AMS Laboratory (г. Отта-

ва, Канада) и ЦКП "УМС НГУ-ННЦ" (AMS Golden Valley) с использованием уникальной научной установки "УМС ИЯФ СО РАН". Калибровка радиоуглеродных дат произведена с использованием R пакета Behron (Parnell et al., 2008) на калибровочной кривой IntCal13 (Reimer et al., 2013).

### Результаты исследования и обсуждение

*Результаты палеопочвенного изучения.* В нижней части аллювиальной толщи находится погребенная гумусово-квазиглеевая почва ([AUq, ca (120–160 см) - Q(<200 см)]), поверхность которой служила уровнем обживания для жителей поселения Деркул 1 (табл. 1, рис. 2).

Погребенная гумусово-квазиглеевая почва имеет тяжелосуглинистый мелкопесчано-иловатый состав (табл. 2). В распределении отдельных гранулометрических фракций наблюдаются изменения в их соотношении по глубине. Так, содержание крупного и среднего песка в горизонте Q колеблется от 5 до 6%, а сверху оно снижается до 3–4%. Доля крупной пыли увеличивается обратно пропорционально: от 11 в горизонте Q до 26% в горизонте RJ. Выявленные особенности в распределении отдельных фракций следует объяснить сменой гидрологического режима реки, вызванной снижением аллювиальной русловой седиментации и переходом данного участка к условиям функционирования низкой поймы и начала почвообразования.

Распределение  $\text{C}_{\text{орг}}$  характеризуется аккумулятивным типом (табл. 3): [AUq, ca] – 0,6–0,9%; [Q] > 0,4%. Современное низкое содержание  $\text{C}_{\text{орг}}$  понижено в связи с диагенезом.

Соотношение групп гумусовых кислот имеет гуматный состав (1,5–1,7), что диагностирует относительно благоприятные условия для гумусообразования. Величина соотношения в гуминовых кислотах Н:С (0,95) со-

## Морфологическое строение

Горизонт, см	Описание
RJ <sub>6</sub> aq, ca (65-100)	Темно-серый (5Y 4/1), уплотненный, тяжелосуглинистый, пористый, структура многопорядковая – мелкопризматическая и плитчатая, карбонатный с единичными мучнистыми прожилками, переплетен единичными мелкими корнями, переход резкий, граница ровная. Встречаются палеокротовины (Ø10–25 см).
RJ <sub>7</sub> , ca, ш (100-120)	Темно-серый (5Y 4/1), уплотненный, тяжелосуглинистый, пористый, мелкокомковатый (слабоструктурирован), карбонатный с мучнистыми прожилками, переплетен корнями, переход резкий (по локализации артефактов), граница ровная. Горизонт насыщен артефактами (кости, каменные орудия и отходы производства). В местах разложения костей почва прокрашивается в светло-серые оттенки. С включениями раковин улиток.
[AU]q, ca (120-160)	Серый со стальным оттенком (10YR 5/1), уплотненный, тяжелосуглинистый, пористый, мелкокомковатый, карбонатный с мучнистыми прожилками карбонатами по ходам корней (2–3 мм), переплетен мелкими единичными корнями, с включениями раковин ракушек ( <i>Unio</i> sp.), переход постепенный, граница волнистая.
[Q]ca (160-200)	Светло-серый со стальным оттенком с гумусовыми затеками (10YR 7/1), влажный, тяжелосуглинистый, икряной, карбонатный (мучнистые прожилки) с палеокротовинами заполненными материалом из гумусового горизонта.
Уровень грунтовых вод находится на глубине ниже 250 см.	

ответствует относительно теплым и влажным климатическим условиям формирования (Дергачева и др., 2012). pH водной суспензии щелочная (8,4–8,7). Причем максимальное значение pH приурочено к поверхности палеопочвы, а минимальное – минеральному горизонту, что коррелирует с распределением CaCO<sub>3</sub>. Данный факт следует объяснить процессом подщелачивания почвы после погребения, т. к. из насыщенного костеносного культурного горизонта (RJ<sub>7</sub>, 100–120 см) происходило высвобождение карбонатов кальция и обогащение ими палеогумусового горизонта. Палеопочва сильно окарбонатачена по всему профилю (10–24%).

При морфологическом обследовании палеопочвы были отмечены палеокротовины в горизонте Q, заполненные материалом из гумусового горизонта, что позволяет выделить этап значительного снижения уровня грунтовых вод, время которого следует связать с периодом освоения человеком низкой поймы реки.

В составе микробиоморфного спектра палеопочвы обнаружены

фитолиты, диатомовые водоросли и спикулы губок (табл. 4, рис. 3). Доля фитолитов в микробиоморфном спектре по всей мощности горизонта [AU] выше, чем других кремниевых микробиоморф. В составе фитоценоза большую роль принадлежала луговым злакам. Их доминирование особенно заметно в нижней части гумусового горизонта (трапециевидные полилопастные), но к верхней границе гумусового горизонта появляются фитолиты осоковых (*Cyperaceae* sp., седловидная форма) и виды аридных злаков (*Poaceae* sp., кубические с ровными краями). В образцах у нижней и верхней границы гумусового горизонта обнаружены фитолиты тростника (кубические крупные и веерообразные формы).

Общее содержание фитолитов среднее и характеризуется равномерным распределением, что типично для синлитогенных почв. Но на глубине 130–131 и 150–151 отмечены пики в содержании микробиоморф, что можно интерпретировать как этапы погребений палеоповерхностей, что вполне возможно, учитывая близость

Гранулометрический состав и литологическое деление

Горизонт, см	Образец, см	Песок		Пыль			Ил	Физическая глина	Литологические слои
		крупный и средний	мелкий	крупная	средняя	мелкая			
%									
RJ <sub>aq</sub> , ca (65-100)	65-75	1,95	20,25	26,36	8,08	16,88	26,48	51,44	II Ст <sup>млп</sup> <sub>крп</sub>
	85-95	2,33	23,11	28,16	6,36	14,52	25,52	46,40	
RJ <sub>aq</sub> , ca, ur (100-120)	100-110	3,52	25,28	26,36	8,12	13,28	23,44	44,84	I Ст <sup>млп</sup> <sub>II</sub>
[AU] <sub>q</sub> , ca (120-160)	120-130	4,79	31,97	17,56	5,68	14,16	25,84	45,68	
	130-140	4,89	32,27	16,12	5,68	13,88	27,16	46,72	
	150-160	5,57	25,87	18,16	6,12	14,44	29,84	50,40	
[Q] <sub>ca</sub> (160-200)	170-180	5,95	28,73	10,88	8,04	16,36	30,04	54,44	

Примечание: класс: Ст – суглинок тяжелый; разновидности: <sup>млп</sup><sub>II</sub> – мелкопесчано-иловатый; <sup>млп</sup><sub>крп</sub> – мелкопесчано-крупнопылеватый

реки и аккумулятивное катенарное положение почвы.

Культурный костеностный горизонт был диагностирован как гумусово-стратифицированный (RJ<sub>с</sub>) на основании близкого морфологического облика с вышележащей гумусово-аллювиальной толщей (RJ<sub>1</sub>-RJ<sub>6</sub>, 0-65 см).

Содержание органического углерода в горизонте несколько выше (1,15%), чем в гумусовом горизонте палеопочвы, что, возможно, связано с дополнительным обогащением углерода в горизонте человеком, на что указывает увеличение доли органического фосфора в шесть раз относительно верхней части горизонта [AU] (табл. 3).

Соотношение групп гумусовых веществ ниже (Сгк/Сфк 1,2) и соотношение Н:С в гуминовых кислотах (1,08) выше, чем в нижележащем горизонте [AU]. Это можно объяснить климатическими изменениями условий гумусообразования – увеличением влажности при снижении теплообеспеченности.

Результаты фракционного состава фосфора показали возрастание доли органического фосфора в костеносном культурном горизонте (58 мг/100 г почвы) и более высокое содержание валовой формы фосфора относительно вышележащей части толщи (441 мг/100 г почвы), где значение колеблется в пределах 304-382 мг/100 г почвы. Выявленные факты позволяют утверждать о довольно продолжительном проживании человека на данном участке и активной хозяйственной деятельности с накоплением органических отходов (разделывание туш животных, обработка кожи и т. д.).

Культурный горизонт погребен педогенно переработанным аллювиальным наносом (RJ<sub>6</sub> aq, ca), отличающимся мелкопесчано-крупнопылеватым тяжелосуглинистым составом. Химические свойства горизонтов RJ<sub>6</sub> и [AU] близки, что позволяет предполагать единые биоклиматические условия почвообразования горизонтов. Но следует отметить, что начало активизации аллювиального седимен-

## Химические свойства

Горизонт, см	Образец, см	C <sub>орг</sub>	Сгк/ Сфк	Н/С	рНводн	CaCO <sub>3</sub>	Обменные основания				Фосфор		
							Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Вал.	Ми- нер.	Ор- ган.
		%	% от суммы				мг/100 г						
RJ <sub>6</sub> aq, ca (65-100)	65-75	1,35	1,5	0,95	8,4	5,9	52,2	24,4	11,1	12,3	382	363	19
	85-95	1,17	1,6	0,97	8,6	7,8	54,4	21,4	11,4	12,8	382	363	19
RJ <sub>6</sub> aq, ca, ur (100-120)	100-110	1,15	1,2	1,08	7,7	12,7	49,0	21,8	13,8	15,4	441	383	58
	120-130	0,91	1,7	0,95	8,7	9,6	58,2	20,5	10,1	11,1	373	363	10
[AU]q, ca (120-160)	130-140	0,68	1,6	-	8,8	10,2	53,7	22,7	11,5	12,1	264	220	43
	150-160	0,60	1,5	-	8,5	17,2	64,8	18,1	8,2	8,9	179	163	16
[Q]ca (160-200)	170-180	0,43	0,6	-	8,4	24,5	61,7	21,0	9,0	8,3	118	88	30

Примечание: «-» - не определено

тогенеза связывают с развитием эрозивно-денудационных процессов, вызванных сильным промерзанием почв и активизацией плоскостного смыва во время активного таяния снега в весенний период (Александровский, 2004).

#### Результаты радиоуглеродного датирования

Радиоуглеродные даты, полученные по гуминовым кислотам, позволяют установить только среднее пребывание углерода (MRT) (Paul et al., 1997; Иванов и др., 2009) в почве и определить минимальное время ее погребения. Оценку длительности почвообразования можно сделать с определенной условностью.

Палеопочва представлена довольно развитым дифференцированным профилем, продолжительность формирования которого охватывает не менее 1000 лет. Но относительно замедленный оборот углерода в почве и постоянное его обновление в период её экспонирования не дает адекватно представить на временной шкале начало почвообразования и событие погребения почвы. Образец, взятый у нижней границы гумусового горизонта (155–160 см), позволяет определить относительно минимальное время начала почвообразования (табл. 5). Время погребения палеопочвы аллювиальным наносом и окончание длительного стационарного

освоения поймы следует ограничить временным интервалом 3,8–3,6 калиб. лет. до н. э., полученным по <sup>14</sup>C коллагена кости образца NSKA-2386. Сравнение <sup>14</sup>C образцов NSKA-2386 и NSKA-2574 показало, что длительность формирования палеопочвы и время общей стабилизации поверхности можно определить как 1,7–1,8 тысячи лет.

Определение времени образования аллювия (RJ<sub>6</sub>) и возможную синхронность погребения с этапом проживания человека в пойме однозначно определить сложно. Можно лишь судить по косвенным данным. Так, по результатам датирования горизонта RJ<sub>6</sub> время среднего пребывания углерода в горизонте относится к периоду 2,3–1,9 калиб. лет. до н. э. (3,7 л. н.), что моложе почти на 2000 лет, чем дата, полученная по коллагену кости (NSKA-2386). Несмотря на то, что дата по ГК-2 отражает период педогенной переработки аллювия, временная разница между горизонтами слишком большая.

Таким образом, можно считать, что между этапом освоения поймы человеком и аллювиальной седиментацией есть временной разрыв.

Согласно схеме фаз флювиальной активности в голоцене для территории Восточно-Европейской равнины А.В. Панина и Е.Ю. Матлаховой (Panin, Matlakhova, 2015), время фор-

Таблица 4

## Микробиоморфный спектр погребенной гумусово-квизиглеевой почвы (шт./%)

Лабораторный номер	Глубина, см	Диатомовые водоросли		Спикулы губок	Фитолиты														Микробиоморфы (всего), шт.
		1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Всего, шт.		
Dr 570	105-106	1/2	3/5	6/10	25/47	2/4	6/11	4/8	0	0	3/6	5/9	0	3/6	4/8	1/2	53	63	
Dr 569	110-111	1/2	2/4	4/8	23/53	3/7	8/19	0	2/5	0	0	0	2/5	0	4/9	1/2	43	50	
Dr 568	115-116	1/2	0	4/9	22/54	3/7	10/24	0	1/2	1/2	2/5	0	0	0	2/5	0	41	46	
Dr 567	120-121	1/6	2/12	2/12	9/75	0	2/17	1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	12	17	
Dr 566	125-126	2/9	0/0	4/17	13/76	0	1/6	1/6	0	0	0	0	0	0	2/12	0	17	23	
Dr 565	130-131	6/4	7/4	14/8	81/57	0	39/27	0	1/2	0	0	4/3	1/1	2/1	14/10	1/1	143	170	
Dr 564	135-136	0	5/14	1/3	24/80	0	2/7	0	0	0	0	1/3	0	0	3/10	0	30	36	
Dr 563	140-141	0	4/17	1/4	15/83	0	1/6	0	0	0	0	1/6	0	0	1/6	0	18	23	
Dr 562	145-146	1/2	2/12	2/4	31/78	1/3	5/13	0	0	0	0	0	0	0	3/8	0	40	49	
Dr 561	150-151	23/15	3/2	17/11	78/73	0	14/13	0	2/2	1/1	2/2	0	0	0	8/7	2/2	107	150	
Dr 560	154-155	0	3/4	17/23	33/60	1/2	9/16	0	2/4	0	0	4/7	0	0	5/9	1/2	55	75	
Dr 559	160-161	3/5	4/7	6/10	29/60	0	6/13	0	0	0	1/2	0	0	0	11/23	1/2	48	61	
Dr 558	164-165	3/5	2/3	12/20	22/51	0	9/21	0	0	0	1/2	3/7	0	0	6/14	2/5	43	60	

Примечание:

*Диатомовые водоросли:* 1 – осколки, 2 – целые; *Фитолиты:* 3 – удлинённые; 4 – дендритные, 5 – трапециевидные полилопастные, 6 – кубические прямоугольные с ровными краями, 7 – кубические прямоугольные мелкие, 8 – кубические крупные, 9 – веерообразные, 10 – пластинки, 11 – гантелевидные, 12 – седловидные, 13 – конусовидные усечённые, 14 – ланцентные длинные.

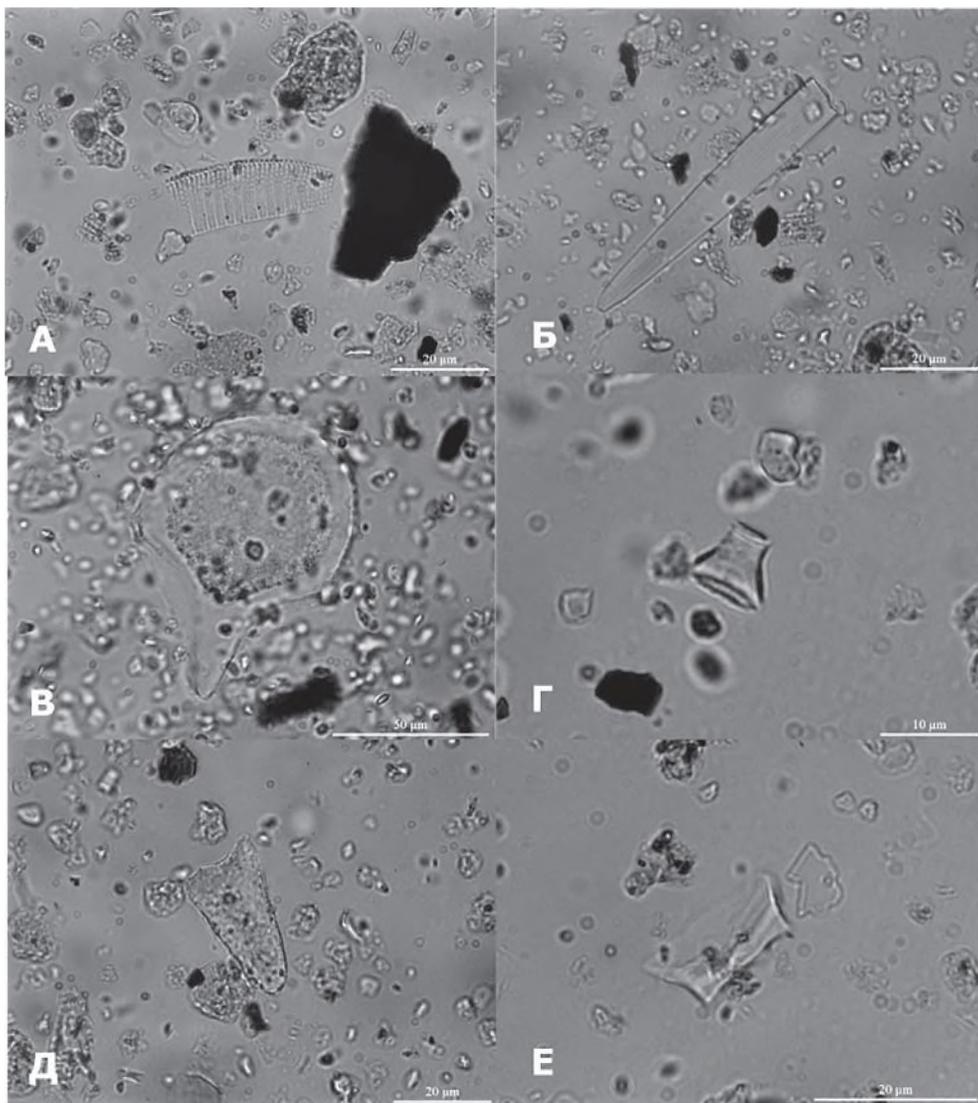


Рис. 3. Разнообразие кремниевых microbiоморф.

А – диатомовая водоросль ((Diatomeae); Б – спикула губки (Spongia);  
Фитолиты: В – веерообразная (Phragmites sp.), Г – конусовидная усеченная (степные злаки); Д – трапециевидная полилопастная (луговой злак)

Fig. 3. A variety of silicon microbiomorphs. А – diatom algae ((Diatomeae); Б – spicula sponges (Spongia); Phytoliths: В – fan-shaped (Phragmites sp.), Г – conical truncated (steppe cereals); Д – trapezoidal poly-blade (meadow grass)

мирования погребенной гумусово-кварцовой почвы и освоение человеком поймы синхронно периоду низкой активности аллювиальных процессов – 8,5–5,5 калиб. тыс. л. н. (6,6–3,6 лет до н. э.). Авторами отмечается низкий уровень вод в реках региона и активность почвообразо-

вательного процесса в пойме. Около 5,5 калиб. тыс. л. н. началась фаза высокой активности флювиальных процессов, что также хорошо согласуется со строением аллювиальной гумусово-стратифицированной толщи поймы Деркул и результатами радиоуглеродного датирования.

Результаты радиоуглеродного датирования

Индекс лаборатории	Глубина, см	Квадрат	<sup>14</sup> C л.п.	Калиброванный возраст, лет назад	Калиброванный возраст, лет до н. э.
Гуминовые кислоты (ГК-2)					
NSKA-2577	85-90	A-1	3698 ± 71	3852-4237 (94,6%)	2291-1896 (95,4%)
NSKA-2576	110-115	A-1	4592 ± 81	5037-5478 (79,8%)	3531-3088 (90,5%)
NSKA-2575	130-135	A-1	5809 ± 75	6442-6758 (85,7%)	4837-4491 (95,4%)
NSKA-2574	155-160	A-1	6469 ± 95	7243-7565 (93,6%)	5618-5295 (94,3%)
Коллаген костей					
NSKA-2386	100-110	A-2	4948 ± 54	5590-5754 (58,1%)	3809-3640 (86,2%)
UOC-9557	120-130	B-2	5730 ± 37	6443-6633 (94,2%)	4688-4488 (95,4%)
UOC-9556	170-180	B-2	5408 ± 29	6186-6281 (93,9%)	4339-4232 (94,2%)
UOC-9555	170-180	B-2	5393 ± 30	6178-6282 (89,4%)	4336-4227 (86%)

### Заключение

Пойменные отложения реки Деркул представляют собой сложные гумусово-стратифицированные аллювиальные отложения второй половины голоцена, содержащие в себе хронопоследовательную информацию о динамике климата, развитии речной долины и истории освоения человеком поймы.

Было установлено, что начало формирования толщи пойменных отложений связано с русловой седиментацией на ранних этапах голоцена, которая в последующем сменилась относительно продолжительным периодом почвообразования (5,6–3,8 калиб. лет до н. э.) с образованием гумусово-квизиглеевой почвы в условиях низкой почвы (120–200 см). Почва сформирована в относительно оптимальных условиях влаго- и теплообеспеченности. На ранних этапах она функционировала в более влажных условиях,

но в период освоения человеком поймы наступил относительно аридный период (кротовины, окарбонирование, фитоциты аридных видов злаков).

Уровень активного освоения на изученном участке поймы приурочен к глубине 100–120 см, где обнаружено максимальное скопление артефактов и загрязнение слоя соединениями фосфора.

Время формирования культурного слоя, согласно данным радиоуглеродного датирования, приходится на период 4,6–3,6 калиб. лет до н. э. Стоянка не была временной, а функционировала на протяжении нескольких столетий.

Последующий этап аллювиальной седиментации в конце суббореального периода, связанный с изменением гидрологического режима реки, хронологически отделен от этапа стационарного освоения поймы человеком.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматические ресурсы Западно-Казахстанской области: научно-прикладной справочник / Ред. С.С. Байшоланов. Астана: Институт географии МО РК, 2017. 128 с.
2. Александровский А.Л. Этапы и скорость развития почв в поймах рек Центра Русской равнины // Почвоведение. 2004. № 11. С. 1285–1295.
3. Александровский А.Л., Гласко М.П., Фоломеев Б.А. Археолого-географические исследования пойменных почв как геохронологических уровней второй половины го-

лоцена (на примере средней Оки) // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. № 56 / Отв. ред. Г.И. Горецкий, И.К. Иванова. 1987. М.: Наука. С. 123–128.

4. Аубекеров Б., Нигматова С. Геоархеологические исследования археологических объектов в верховьях реки Турген (Северный Тянь-Шань) // Археология Казахстана. 2021. № 1 (11). С. 120–144. DOI: 10.52967/akz2021.1.11.120.144

5. Величко А.А., Борисова О.К., Морозова Т.Д., Тимирева С.Н. Новые данные об изменениях климата и ландшафтов в нижнедонской степной провинции в голоцене // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2014. № 6. С. 75–90.

6. Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та. 2010. 205 с.

7. Гаврилов Д.А., Мамиров Т.Б. Педостратиграфия энеолитического памятника Деркул 1 // Маргулановские чтения-2020. Т. 1 / Гл. ред. Б.А. Байтанаев. Алматы: Институт археологии им. А.Х. Маргулана. 2020. С. 115–126.

8. Гаврилов Д.А., Хабдулина М.К. Древнеорошаемые почвы Бозокского археологического микрорайона в Северном Казахстане (XI–XII века) // Археология, антропология и этнография Евразии. 2018. Т. 46. № 4. С. 83–93. DOI: 10.17746/1563-0102.2018.46.4.083-093

9. Гольева А.А. Микробиоморфные комплексы природных и антропогенных ландшафтов: генезис, география, информационная роль. М.: УРСС. 2008. 256 с.

10. Гольева А.А. Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. М.–Сыктывкар–Элиста, 2001. 140 с.

11. Дергачева М.И., Некрасова О.А., Оконешникова М.В., Васильева Д.И., Гаврилов Д.А., Очур К.О., Ондар Е.Э. Соотношение элементов в гуминовых кислотах как источник информации о природной среде формирования почв // Сибирский экологический журнал. 2012. № 5. С. 667–676.

12. Зайберт В.Ф., Плеваков А.А., Тюлебаев А.Ж. Атбасарская культура // Материалы и исследования по археологии Казахстана. Т. I. Астана: Издательская группа филиала Института археологии им. А.Х. Маргулана в г. Астана. 2012. 352 с.

13. Зайберт В.Ф., Потемкина Т.М. К востоку о мезолите лесостепной части Тоболо-Иртышского междуречья // СА. 1981. № 3. С. 107–130.

14. Иванов И.В., Хохлова О.С., Чичагова О.А. Природный радиоуглерод и особенности гумуса современных и погребенных черноземов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2009. № 6. С. 46–58.

15. Калиева С., Логвин В. Поселение Кумкешу 1 – эталонный памятник терсекской культуры / Материалы и исследования по археологии Казахстана. Т. IX. Астана: Издательская группа Казахского НИИ культуры. 2017. 320 с. (На каз., рус., англ. яз.).

16. Кизевальтор Д.С., Раскатов Г.И., Рыжова А.А. Геоморфология и четвертичная геология. М.: Недра. 1981. 215 с.

17. Классификация и диагностика почв России / Авт. и сост. Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена. 2004. 342 с.

18. Кренке Н.А., Еришова Е.Г., Александровский А.Л. Природные и антропогенные ландшафты в долине Москвы-реки по материалам комплексного исследования 1-й Звенигородской неолитической стоянки // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2014. № 5. С. 99–115.

19. Малов Н.М. Разведки на Деркуле // Археологические открытия 1986 года / Отв. ред. В.П. Шилов. М.: Наука. 1988. 486 с.

20. Малов Н.М. Хлопковский могильник и историография энеолита Нижнего Поволжья // Археология Восточно-Европейской степи. Вып. 6 / Ред. В.А. Лопатин. Саратов: Научная книга, 2008. С. 32–134.

21. Мамиров Т.Б., Баиров Н.М., Клышев Е.Е., Мамиров К.Б., Куандык С.Р. Полевые исследования каменного века в Западно-Казахстанской области в 2018 году (предварительное сообщение) // Археология Казахстана. 2019. № 1 (3). С. 91–98. DOI 10.52967/akz2019.1.3.91.98

22. Моргунова Н.Л. Отчет об археологических исследованиях на р. Деркул у с. Кузнецово Каменского района Уральской области по Открытому листу, выданному Институтом истории, археологии и этнографии им. Ч.Ч. Валиханова. 1991 г. // Архив Института археологии им. А.Х. Маргулана.

23. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьева М.: МГУ. 2006. 400 с.

24. Чичагова О.А. Радиоуглеродное датирование гумуса почв. М.: Наука. 1985. 158 с.

25. Юдин А.И. Поселение Кумыска и энеолит степного Поволжья. Саратов: Научная книга. 2012. 212 с.

26. Alluvial Geoarchaeology: Floodplain Archaeology and Environmental Change (Cambridge Manuals in Archaeology) / Ed. A.G. Brown. 1997. UK: Cambridge University Press. 377 p.

27. Bronk Ramsey C. Dealing with outliers and offsets in radiocarbon dating. In Radiocarbon. 2009. Vol. 51. No 3. P. 1023–1045.

28. Earth sciences and archaeology / edited by Paul Goldberg, Vance T. Holliday, and C. Reid Ferring. New-York: Springer Science+Business Media New York, 2001. 513 p.

29. Holliday V.T., Gartner W.G. Methods of soil P analysis in archaeology. In Journal of Archaeological Science. 2007. Vol. 34. No. 2. P. 301–333.

30. Panin A.V., Matlakhova E.Yu. Fluvial chronology in the East European plain over the last 20 ka and its palaeohydrological implications. In Catena. 2015. No. 130. P. 46–61. DOI: 10.1016/j.catena.2014.08.016

31. Parnell A. C., Haslett J., Allen J. R. M., Buck C. E., & Huntley B. A flexible approach to assessing synchronicity of past events using Bayesian reconstructions of sedimentation history. In Quaternary Science Reviews. 2008. Vol. 27. No. 19–20. P. 1872–1885.

32. Paul E.A., Follet R.F., Leavitt S.W., Halvorson A., Peterson J.A., Lyon D.J. Radiocarbon dating for determination of soil organic matter pool sizes and dynamics. In Soil Sci. Am. J. 1997. No 61. P. 1058–1067. DOI: 10.2136/sssaj1997.03615995006100040011x

33. Reimer P.J. et al. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP. In Radiocarbon. 2013. Vol. 55. No 4. P. 1869–1887.

34. Saunders W.M.H., Williams E.G. Observations on the determination of total organic phosphorus in soils. In European Journal of Soil Science. 1955. Vol. 6. No. 2. P. 254–267.

#### **Информация об авторах:**

**Гаврилов Денис Александрович**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия)

**Мамиров Талгат Базарбаевич**, кандидат исторических наук, заместитель директора по науке. Институт археологии им. А.Х. Маргулана (г. Алматы, Казахстан); tmamirov@mail.ru ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-2975-0115>

**Растигеев Сергей Анатольевич**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник. Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (г. Новосибирск, Россия); S.A.Rastigeev@inp.nsk.su ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0555-7935>

**Пархомчук Василий Васильевич**, доктор физико-математических наук, академик РАН, профессор. Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (г. Новосибирск, Россия); parkhomchuk@inbox.ru ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-5833-0051>

### **THE HISTORY OF FORMATION AND ANTHROPOGENIC DEVELOPMENT OF THE DERKUL RIVER FLOODPLAIN (WEST KAZAKHSTAN) IN THE MID HOLOCENE**

**D.A. Gavrilo, T.B. Mamirov, S.A. Rastigeev, V.V. Parkhomchuk**

The article presents the results of soil and archaeological study of the pedo-sedimentation sequence formed in the floodplain of the Derkul River (West Kazakhstan). The aim of the study was to reconstruct the stages of the alluvial sedimentogenesis alternating with relatively prolonged spans of soil formation, corresponding to the periods of floodplain agricultural development. It was established that floodplain sediment layer started to form as a result of stream sedimentation in the early Holocene; then this stage was followed by the relatively long-term soil formation period (5.6–3.8 cal. yr BC) resulting in a humus quasi-gleyic soil in the low floodplain (120–200 cm). The last period of soil formation (4.6–3.6 cal. yr BC) the floodplain was developed by man, which is displayed by the identified cultural horizon containing artifacts and having increased phosphorus content. At the end of the Subboreal

---

Field work and radiocarbon dating were carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, the IRN project AP08052885, laboratory analyses were carried out at the expense of the state budget (project AAAA17-117030110077-4), received by the Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

period the next stage of alluvial sedimentation, started by the changed river hydrology regime, was found to be chronologically separated from the stage of stationary development of the floodplain by settled humans.

**Keywords:** archaeology, Kazakhstan, Eneolithic, Caspian culture, Holocene, alluvium, soil, synlitogenesis, floodplain, phytoliths.

## REFERENCES

1. In Baysholanov, S. S. 2017. *Agroklimaticheskie resursy Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti: nauchno-prikladnoy spravochnik (Agroclimatic Resources of the West Kazakhstan Region: Scientific and Applied Reference Book)*. Astana: "Institut geografii MO RK" Publ. (in Russian).
2. Aleksandrovskiy, A. L. 2004. In *Pochvovedenie (Soil Studies)* 11, 1285–1295 (in Russian).
3. Aleksandrovskiy, A. L., Glasko, M. P., Folomeev, B. A. 1987. In Gromov, V. I., Ivanova, I. K. (eds.). *Byulleten' komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda (Bulletin of the Commission for Study of the Quaternary)* 56. Moscow: "Nauka" Publ., 123–128 (in Russian).
4. Aubekerov, B., Nigmatova, S. 2021. In *Arkheologiya Kazakhstana (Kazakhstan Archeology)* 11 (1), 120–144 (in Russian).
5. Velichko, A. A., Borisova, O. K., Morozova, T. D., Timireva, S. N. 2014. In *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya (Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series)* 6, 75–90. (in Russian).
6. Vorob'eva, G. A. 2010. *Pochva kak letopis' prirodnykh sobytiy Pribaykal'ya: problemy evolyutsii i klassifikatsii pochv (Soil as a Chronicle of Natural Events in the Baikalia: Issues of the Evolution and Classification of Soils)*. Irkutsk: Irkutsk State University (in Russian).
7. Gavrilov, D. A., Mamirov, T. B. 2020. In Baitanayev, B. A. (ed.). *Margulanovskie chteniya-2018. (Margulan Readings-2018)* 1. Almaty: A.Kh. Margulan Archaeology Institute, 115–126 (in Russian).
8. Gavrilov, D. A., Khabdulina, M. K. 2018. In *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii (Archeology, ethnology and anthropology of Eurasia)* 4 (46), 83–93 (in Russian).
9. Golyeva, A. A. 2008. *Mikrobiomorfiye komplekсы prirodnykh i antropogennykh landshaftov: genezis, geografiya, informatsionnaya rol' (Microbiomorphic Analysis as Tool for Natural and Anthropogenic Landscape Investigation)*. Moscow: "URSS" Publ. (in Russian).
10. Golyeva, A. A. 2001. *Fitolity i ikh informatsionnaya rol' v izucheni prirodnnykh i arkheologicheskikh ob"ektov (Phytoliths and Their Informational Role in the Study of Natural and Archeological Sites)*. Moscow–Syktyvkar–Elista (in Russian).
11. Dergacheva, M. I., Nekrasova, O. A., Okoneshnikova, M. V., Vasil'eva, D. I., Gavrilov, D. A., Ochur, K. O., Ondar, E. E. 2012. In *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal (Contemporary Problems of Ecology)* 5, 667–676 (in Russian).
12. Zaybert, V. F., Pleshakov, A. A., Tyulebaev, A. Zh. 2012. *Atbasarskaya kul'tura (Atbasar Culture)*. Series: Materials and Research on the Archaeology of Kazakhstan. Vol. 1. Astana: "Izdatel'skaya gruppa Kazakhskogo NII kul'tury" Publ. (in Russian).
13. Zaybert, V. F., Potemkina, T. M. 1981. In *Sovetskaya Arkheologiya (Soviet Archaeology)* (3), 107–130 (in Russian).
14. Ivanov, I. V., Khokhlova, O. S., Chichagova, O. A. 2009. In *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya (Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series)* 6, 46–58 (in Russian).
15. Kalieva, S., Logvin, V. 2017. *Poselenie Kumkeshu 1 – etalonnyy pamyatnik tersekskoy kul'tury (The Settlement Kumkeshu 1 – a Reference Monument of the Tersek Culture)* Series: Materials and Research on the Archaeology of Kazakhstan. Vol. 9. Astana: "Izdatel'skaya gruppa Kazakhskogo NII kul'tury" Publ. (in Russian, Kazakh, English).
16. Kizeval'tor, D. S., Raskatov, G. I., Ryzhova, A. A. 1981. *Geomorfologiya i chetvertichnaya geologiya (Geomorphology and Quaternary Geology)*. Moscow: "Nedra" Publ. (in Russian).
17. In Shishov, L. L., Tonkonogov, V. D., Lebedeva, I. I., Gerasimova, M. I. (comp.). *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii (Classification and Diagnostics of the Soils of Russia)*. Smolensk: "Oykumena" Publ. (in Russian).
18. Krenke, N. A., Ershova, E. G., Aleksandrovskiy, A. L. 2014. In *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya (Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series)* 5, 99–115 (in Russian).
19. Malov, N. M. 1988. In Shilov, V. P. (ed.). *Arkheologicheskie otkrytiya 1986 goda (Archaeological discoveries 1986)*. Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).
20. Malov, N. M. 2008. In Lopatin V. A. (ed.). *Arkheologiya vostochno-evropeiskoi stepi (Archaeology of East-European Steppe)* 6. Saratov: "Nauchnaya kniga" Publ., 32–134 (in Russian).

21. Mamirov, T. B., Bairov, N. M., Klyshev, E. E., Mamirov, K. B., Kuandyk, S. R. 2019. In *Arkheologiya Kazakhstana (Kazakhstan Archeology)* 3 (5), 86–98 (in Russian).
22. Morgunova, N. L. 1991. *Otchet ob arkheologicheskikh issledovaniyakh na r. Derkul u s. Kuznetsovo Kamenskogo rayona Ural'skoy oblasti po Otkrytomu listu, vydanomu Institutom istorii, arkheologii i etnografii im. Ch.Ch. Valikhanova (Report on Archaeological Studies on the Derkul River near Kuznetsovo Village in the Kamensky District of Ural Oblast according to the Open Sheet Issued by the Institute of History, Archaeology and Ethnography named after Ch.Ch. Valikhanov)*. Archive of the Institute of Archaeology named after A.Kh. Margulan (in Russian).
23. In Vorob'ev, L. A. 2006. *Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv (Theory and Practice of the Chemical Analysis of Soils)*. Moscow: Moscow State University (in Russian).
24. Chichagova, O. A. 1985. *Radiouglerodnoe datirovanie gumusa pochv (Radiocarbon Dating of Soil Humus)*. Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).
25. Yudin, A. I. 2011. *Poselenie Kumyska i eneolit stepnogo Povolzh'ia (Kumyska Settlement and the Eneolithic of the Steppe Volga Region)*. Saratov: "Nauchnaia kniga" Publ. (in Russian).
26. In Brown, A. G. (ed.). 1997. *Aluvial Geoarchaeology: Floodplain Archaeology and Environmental Change (Cambridge Manuals in Archaeology)*. UK: Cambridge University Press.
27. Bronk, Ramsey. 2009. In *Radiocarbon*. 51 (3), 1023–1045.
28. In Paul Goldberg, Vance T. Holliday, C. Reid Ferring (eds.). 2001. *Earth sciences and archaeology*. New-York: Springer Science+Business Media New York.
29. Holliday, V. T., Gartner, W. G. 2007. In *Journal of Archaeological Science*. 34 (2), 301–333.
30. Panin, A. V., Matlakhova, E. Yu. 2015. In *Catena* 130, 46–61. DOI: 10.1016/j.catena.2014.08.016
31. Parnell, A. C., Haslett, J., Allen, J. R. M., Buck, C. E., & Huntley, B. 2008. In *Quaternary Science Reviews* 27 (19–20), 1872–1885.
32. Paul, E. A., Follet, R. F., Leavitt, S. W., Halvorson, A., Peterson, J. A., Lyon, D. J. 1997. In *Soil Sci. Am.* 61, 1058–1067. DOI: 10.2136/sssaj1997.03615995006100040011x
33. Reimer, P.J. et al. 2013. In *Radiocarbon* 55 (4), 1869–1887.
34. Saunders, W.M.H., Williams, E.G. 1955. In *European Journal of Soil Science* 6 (2), 254–267.

#### About the Authors:

**Gavrilov Denis A.** Candidate of Biological Sciences. Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of RAS. Academic Lavrentiev Av., 8/2, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

**Mamirov Talgat B.** Candidate of Historical Sciences, Deputy director of Science Margulan Institute of Archeology, Dostyk 44, Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan; tmamirov@mail.ru  
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-2975-0115>

**Rastigeev Sergei A.** Candidate of Physical and Mathematical Sciences. Institute of Nuclear Physics named after G.I. Budker, Siberian Branch of RAS. Academic Lavrentiev Av., 11, Novosibirsk, 630090, Russian Federation; S.A.Rastigeev@inp.nsk.su ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0555-7935>

**Parkhomchuk Vasily V.** Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences. Institute of Nuclear Physics named after G.I. Budker, Siberian Branch of RAS. Academic Lavrentiev Av., 11, Novosibirsk, 630090, Russian Federation; parkhomchuk@inbox.ru ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-5833-0051>