

УДК 551.8

НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА И ЛАНДШАФТОВ В НИЖНЕДОНСКОЙ СТЕПНОЙ ПРОВИНЦИИ В ГОЛОЦЕНЕ*

© 2014 г. А.А. Величко, О.К. Борисова, Т.Д. Морозова, С.Н. Тимирева

Институт географии РАН, Москва

Поступила в редакцию 09.08.2013 г.

На основании комплексного изучения толщи осадков в разрезе Ракушечный Яр высокой поймы р. Дон (47°33' с.ш., 40°40' в.д.) реконструированы изменения ландшафтно-климатических условий в Нижнедонской степной провинции в голоцене примерно с 9 тыс. ¹⁴С л. н. Все это время район исследований принадлежал к степной зоне. Наиболее прохладные условия за этот период существовали в бореальное и раннеатлантическое время. Последующее потепление, возрастание количества осадков и снижение континентальности климата вызвали увеличение роли разнотравья в степных фитоценозах и распространение байрачных и пойменных лесов. Наиболее благоприятные климатические условия для их развития достигались на рубеже атлантика и суббореала. Рост континентальности и иссушение климата в поздне-суббореальное время привели к почти полной деградации лесных сообществ и распространению более сухих степей в регионе. Современная растительность (разнотравно-дерновиннозлаковые степи) сформировалась в субатлантическое время при климатических условиях, близких к современным.

Среди геоархеологических объектов Доно-Азовского региона (бассейн Нижнего Дона и Восточное Приазовье), относящихся к эпохе голоцена, стоянке Ракушечный Яр принадлежит одно из ведущих мест. Залегание серии культурных слоев неолита, содержащих ценные археологические материалы, в единой толще и их обеспеченность радиуглеродными определениями возраста создают в совокупности с данными по соседним стоянкам Раздорское I и Раздорское II надежную основу для реконструкции условий обитания человека в этом регионе России. Комплексное палеогеографическое изучение данного уникального объекта позволяет проследить динамику развития ландшафтов и климата в степной зоне на протяжении большей части голоцена, что, в свою очередь, дает возможность оценить последствия изменений климата в будущем.

Работы на стоянке Ракушечный Яр начались в 50-х годах 20 века. В 1952 г. Г.И. Горецкий провел геологическое изучение участка стоянки, а с

1961 г. начались стационарные археологические исследования. В разрезе были выделены 23 культурных слоя, из которых 19 отвечают неолиту и 3 – энеолиту [3, 18, 19]. Летом 2009 г. работы, посвященные изучению геоморфологического положения памятника и строения отложений, вмещающих культурные слои, были проведены Перигляциальным отрядом Института географии РАН в тесном сотрудничестве с ведущими специалистами-археологами из НП “Южархеология” – А.В. Цыбрием и В.В. Цыбрием, а также с профессором Ростовского государственного университета В.Я. Кияшко.

Объект исследований. Разрез Ракушечный Яр (47°33' с.ш., 40°40' в.д.) находится приблизительно в 100 км выше устья Дона на северо-западной оконечности о-ва Поперечный, расположенного между главным руслом Дона и протокой Старый Дон (рис. 1). Остров неоднороден в геоморфологическом отношении: его северная часть, к которой приурочена стоянка, имеет превышение над меженным урезом реки около 7 м и представляет собой высокую пойму. Вдоль верхнего по течению северо-восточного края острова проходит хорошо выраженный в рельефе прирусловой вал. По направлению к югу и к юго-востоку высота острова над урезом реки снижается до 3–3.5 м,

* Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-05-00228 и 13-05-41340 РГО) и Программы ОНЗ РАН 13 (проект “Этапы становления и перспективы развития аридной зоны Восточно-Европейской равнины по материалам Доно-Азовского региона”).

что соответствует уровню низкой поймы Дона. Здесь заметен ложбинно-грядистый рельеф поймы, подчеркнутый распределением древесно-кустарниковой и травянистой растительности, и видны участки отмерших меандрирующих русел (больших и малых проток).

Естественная растительность в районе разреза принадлежит к степному типу. На правом берегу Дона, на высоких плоских водоразделах и пологих склонах Доно-Донецкой возвышенности и Донецкого кряжа естественная растительность представлена богаторазнотравно-типчаково-ковыльными степями, развитыми на обыкновенных или южных черноземах [15]. Для нее характерны также байрачные леса, которые встречаются небольшими участками в верховьях крупных балок (байраков) и речек. В их состав входят дуб (*Quercus robur*), ясень (*Fraxinus excelsior*), липа (*Tilia cordata*), осина (*Populus tremula*), груша (*Pirus communis*), яблоня (*Malus sylvestris*), в северной части подзоны – также клен остролистный (*Acer platanoides*), клен полевой (*A. campestre*), карагач (*Ulmus carpinifolia* = *U. campestris*), режуха (*Ulmus laevis*). Из кустарников обычные: черноклен (*Acer tataricum*), калина (*Viburnum opulus*), бузина (*Sambucus nigra*), иногда встречается лещина (*Corylus avellana*). На левом берегу Дона, по обе стороны от долины р. Сал развиты типчаково-ковыльные бедноразнотравные степи на маломощных, местами солонцеватых черноземах и на почвах, переходных от черноземных к темно-каштановым. Выше по течению в бассейне Дона и Северского Донца на песчаных грунтах встречаются массивы песчаных степей, иногда с березовыми перелесками [13]. На разных уровнях поймы Дона и его притоков распространены луга, кустарники и пойменные широколиственные леса.

Климат в пределах Нижнедонской степной провинции континентальный сухой, причем сухость климата обусловлена не столько малым количеством осадков, сколько их неравномерным распределением в течение года и интенсивными процессами испарения. Изолиния годовой суммы осадков 400 мм проходит субмеридионально, разделяя территорию Ростовской области на более влажную западную часть, где выпадает до 540 мм в год, и более сухую восточную часть. На юго-востоке области количество осадков составляет менее 300 мм в год. Средняя температура января от -4°C на юго-западе до -9°C на северо-востоке области (в районе разреза около -6°C); длительность залегания снежного покрова увеличивается в том же направлении от 40 до 100 дней и более. Средняя температура июля составляет от 24°C

на юго-востоке до 22°C на северо-западе области (около 23°C в районе разреза).

Строение разреза и геохронологические данные. Высота бровки расчистки 2009 г. над урезом реки на стоянке Ракушечный Яр составляет около 7 м. Подробное описание разреза проведено А.А. Величко. В толще отложений, вскрытых расчисткой (рис. 2), выделяются три основные пачки: нижняя, сложенная в основном песками (слои 24–21); средняя, образованная ракушечником (слой 19), и верхняя (начиная со слоя 18 и выше), сложенная опесчаненными суглинками (супесями) и включающая горизонты погребенных почв (ПП). Основная часть отложений содержит культурные находки, образующие 23 культурных слоя. А.В. Цыбрий любезно предоставил нам полученные к настоящему времени данные о радиоуглеродном возрасте культурных слоев стоянки (табл. 1). Привязка радиоуглеродных датировок к выделенным в разрезе Ракушечный Яр-2009 литологическим горизонтам, проведенная А.В. Цыбрием и О.К. Борисовой, позволяет построить приблизительную хронологическую шкалу для всей толщи отложений (рис. 3).

Нижняя пачка представляет собой русловой аллювий. Об этом говорит наличие характерной косой слоистости и чередование прослоек, резко различающихся по гранулометрическому составу и по крупности песчаных зерен (от 0.2–0.4 мм до 1–0.5 мм). Интересно присутствие тонких, насыщенных сажой прослоек и линз, связанных с культурными слоями 23–14 и указывающих на то, что культурные слои изначально формировались на пойме, недалеко от места переотложения материала в процессе бокового смещения русла реки. Судя по радиоуглеродным датировкам культурных находок, связанных с этой аллювиальной пачкой (приблизительно от 8 до 7 тыс. ^{14}C л. н.), ее формирование происходило в начале атлантического периода голоцена.

Сложнее судить о генезисе вышележащей пачки ракушечника (слой 19). Эта пачка состоит почти исключительно из раковин живородки речной (*Viviparus viviparus*) хорошей сохранности с небольшим количеством межраковинного заполнителя. Ракушечник подстилается прослоем сажистого материала толщиной около 3 см (слой 20), резко отделяющим его от нижележащей пачки руслового аллювия. На фоне однородной массы раковин живородки хорошо виден прослой из горизонтально лежащих створок раковин перловицы (*Unio*). Можно предположить, что аккумуляция ракушечника происходила на низкой песчаной прирусловой поверхности в условиях периодического затопления, когда внутренние пу-

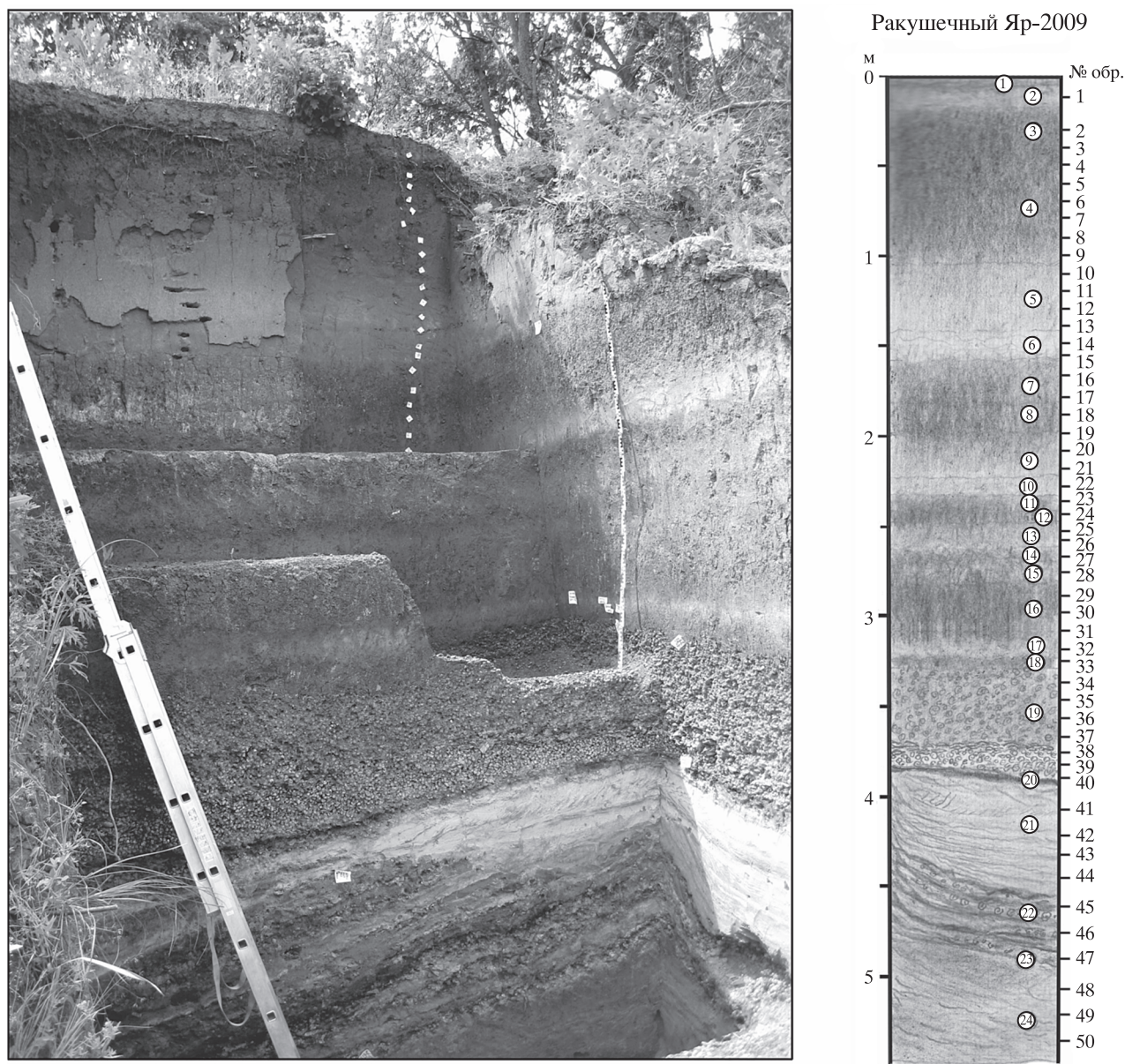


Рис. 2. Общий вид расчистки Ракушечный Яр-2009 и полевая зарисовка, выполненная А.А. Величко.

стоты раковин и промежутки между ними заполнялись илистым и песчаным материалом. Пачка ракушечника фиксирует в разрезе смену руслового режима пойменным. Формирование верхней части пачки ракушечника приходится на середину – вторую половину атлантического периода голоцена (возраст соответствующего культурного слоя 5 составляет 6,4–6 тыс. ^{14}C л. н.).

Последующее чередование этапов с более частыми и высокими половодьями и этапов относительно редкого затопления данного участка поймы отразилось в смене фаз преимущественного накопления пойменного аллювия и формирования почвенных горизонтов разной мощности при

замедлении аккумуляции на пойме. В средней части разреза (поздний атлантик-суббореал) выделяются три основные фазы почвообразования. Из них более продолжительными были ранняя фаза (ПП4, литологические слои 16–17, время формирования – приблизительно 5,5–4,5 тыс. ^{14}C л. н.) и поздняя фаза (ПП2, слои 7–10, 4–3,5 тыс. ^{14}C л. н.), тогда как время образования ПП3 (слои 11–13), близкой по возрасту к ПП4, было значительно более кратким. Наиболее мощным и развитым генетическим профилем обладает субрецентная почва ПП1 (слои 3–5), которая отделена от современной поверхности только маломощным (около 20 см) слоем супеси. Время ее

формирования, вероятно, соответствует субатлантическому периоду голоцена. Облик этой почвы отражает почти полный выход данного участка высокой поймы из-под влияния половодий.

Результаты морфоскопического изучения песчаных кварцевых зерен в разрезе Ракушечный Яр. Важные данные о генезисе отложений были получены в результате морфоскопического изучения песчаных кварцевых зерен (КЗ) фракции 0.5–1.0 мм, извлеченных из разных слоев разреза путем отмывки. Информация о процессах, под воздействием которых проходило формирование КЗ, запечатлена в особенностях их формы и в характере поверхности, причем фракция песка 0.5–1.0 мм является наиболее показательной в этом отношении [20, 21]. Для КЗ из нижней части разреза (слои 21–24) характерна эллипсоидальная форма и поверхность с небольшими, тонкими v-образными бороздками. Эти КЗ преимущественно глянцевые и на четверть матовые, и только небольшая часть зерен имеет полуматовую поверхность (рис. 4). Средняя степень матовости КЗ (коэффициент матовости C_m) в этой части толщи составляет от 11 до 22.5%. Окатанность КЗ в нижней толще в целом довольно хорошая – от 58 до 76%; наилучшая окатанность и наибольшее количество глянцевых зерен отмечены в слое 22. Ямки на поверхности таких зерен преимущественно унаследованные, со сглаженными краями. Такие признаки характерны для КЗ, которые формировались в активной водной среде, что подтверждает вывод о фациальной принадлежности этих отложений (руслевой аллювий).

В средней части разреза (сажистый прослой 20 и ракушечный слой 19) появляются КЗ с полностью матовой поверхностью, с характерной для оловой обработки микроямчатостью, однако КЗ со следами водной обработки преобладают. В ракушечном слое отмечается увеличение средней степени матовости КЗ до 24% (см. рис. 3). По всей вероятности, песчаные зерна аллювиального генезиса были здесь частично переработаны в процессе воздушного переноса. Эти данные подтверждают принадлежность слоев 20 и 19 к пойменной фации аллювия.

В вышележащей палеопочве ПП4 (слои 16–17) отмечено небольшое снижение коэффициента окатанности зерен Q . Поверхность большинства КЗ, выделенных из этих слоев, была первоначально обработана при переносе в водной среде, в результате чего на ней образовались небольшие тонкие v-образные бороздки. Позднее, в процессе почвообразования, поверхность КЗ претерпела

Таблица 1. Радиоуглеродные датировки, полученные для разреза Ракушечный Яр (предоставлены А.В. Цыбрием)*

Культурный слой	Индекс лаборатории	^{14}C лет назад	Калиброванный возраст, лет до н.э.
Слой 2	Le-5387	4830±90	3584±212
Слой 2	Le-5327	5290±260	4070±246*
Слой 3	Bln-1177	4360±100	3024±161*
Слой 4	Le-5340	5060±230	3891±257*
Слой 4	Ki-3545	5150±70	3946±110*
Слой 5	Le-5479	5920±90	4785±232
Слой 5	Ki-955	5890±105	4764±138*
Слой 5	Le-5582b	6320±35	5293±73
Слой 5	Le-5582a	6440±35	5411±69
Под слоем 5	Le-5481	6770±450	5668±943
Слой 8	Bln-704	6070±100	4977±125*
Слой 9	Le-5344	7180±250	5974±232*
Слой 14–15	Ki-6479	6925±110	5700±100*
Слой 15	Ki-6478	6930±100	5780±90*
Слой 15	Ki-6480	7040±100	5860±95*
Соответствует слою 15	Ki-15189	7580±90	6421±89*
Соответствует слою 18	Ki-15186	7690±90	6565±92*
Слой 20	Ki-6475	7690±110	6550±92*
Слой 20	Ki-6477	7860±130	6725±163*
Слой 20	Ki-6476	7933±140	6850±200*
Соответствует слою 20	Ki-15188	6760±90	5678±82*
Соответствует слою 22	Ki-15187	6750±110	5679±99*
Соответствует слою 23	Ki-15190	7020±80	5881±73*

* Калибровка возраста проведена в лабораториях, осуществлявших датирование.

значительные изменения. Большую группу в ПП4 составляют зерна с бугристо-ямчатой поверхностью, характерной для КЗ из почв. Отмечаются крупные ямки, возникновение которых, по всей вероятности, связано с сезонным промерзанием грунта. Здесь обнаружены также КЗ со следами оловой обработки.

В палеопочве, залегающей выше (ПП3, слой 11–13), преобладают хорошо окатанные КЗ с четверть- и полуматовой поверхностью. Матовость характерна в основном для выпуклых частей КЗ, что свидетельствует о непродолжительном воздействии на них оловых процессов. Степень матовости КЗ здесь в целом выше, чем в слоях, которые подстилают и перекрывают погребенную почву, а содержание глянцевых зерен наименьшее по разрезу (20%). Поверхность

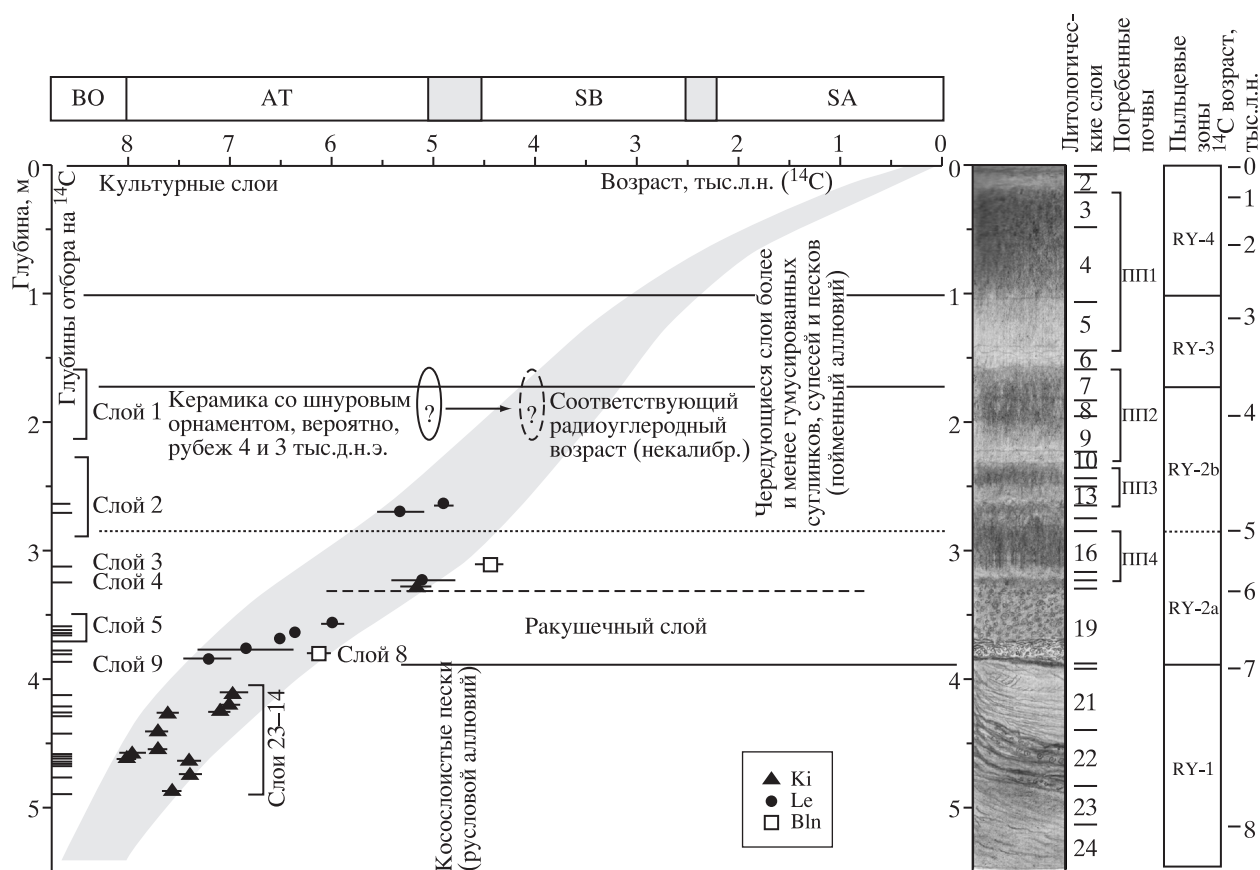


Рис. 3. Построение хроностратиграфической шкалы для разреза Ракушечный Яр на основе радиоуглеродных датировок, полученных из культурных слоев одноименной стоянки (по материалам, предоставленным А.В. Цыбрием). Серой полосой показаны наиболее вероятные пределы ^{14}C возраста отложений.

большинства КЗ бугристо-ямчатая, с небольшими сколами. Ямки преимущественно "затертые". На многих КЗ сохранились следы водной обработки.

В вышележащем слое песка 10 преобладают КЗ с хорошо выраженными следами водной обработки. Здесь отмечены самый высокий коэффициент окатанности КЗ ($Q = 77\%$) и самая низкая степень матовости ($См = 9\%$) для данного разреза. Поверхность большинства зерен глянцевая (72%). Все это свидетельствует о продолжительной и активной обработке КЗ в водной среде.

В верхней части (в гумусовом горизонте) ПП2 (слой 7) на поверхности КЗ хорошо заметны следы морозного выветривания в виде ямок треугольной формы и свежих раковистых сколов. Здесь же наиболее ярко выражены следы химического выветривания – чешуйчатые образования. Сохранились и следы водной обработки – v-образные бороздки. Поверхность большинства КЗ бугристо-ямчатая. Количество зерен с полуматовой поверхностью здесь наибольшее по разрезу – 28% . Общая степень матовости возрастает до 19% .

В слое песка 6 преобладают КЗ аллювиального генезиса. Форма многих КЗ эллипсоидальная. Поверхность зерен в основном глянцевая и на четверть матовая. Зерна со следами эоловой обработки встречаются в небольшом количестве. Ямки на поверхности КЗ в этом слое преимущественно унаследованные, с затертыми краями, но есть и свежие сколы, образовавшиеся, по всей вероятности, в результате сезонного промерзания грунта.

Зерна из самого верхнего почвенного профиля (ПП1, слои 3–5) хорошо окатанные; только небольшое количество КЗ имеет среднюю окатанность. Коэффициент окатанности – $72\text{--}74\%$, показатель матовости – $15\text{--}21\%$. Как и во всем разрезе, преобладают глянцевый и на четверть матовый типы поверхности. КЗ в этой почве сохранили черты водной обработки (глянцевая поверхность, v-образные бороздки), но затем были несколько изменены в процессе почвообразования. Много КЗ с бугристо-ямчатой и чешуйчатой поверхностью, что связано с химическими процессами, протекающими в почвах. Есть КЗ со следами морозного выветривания – раковистыми сколами.

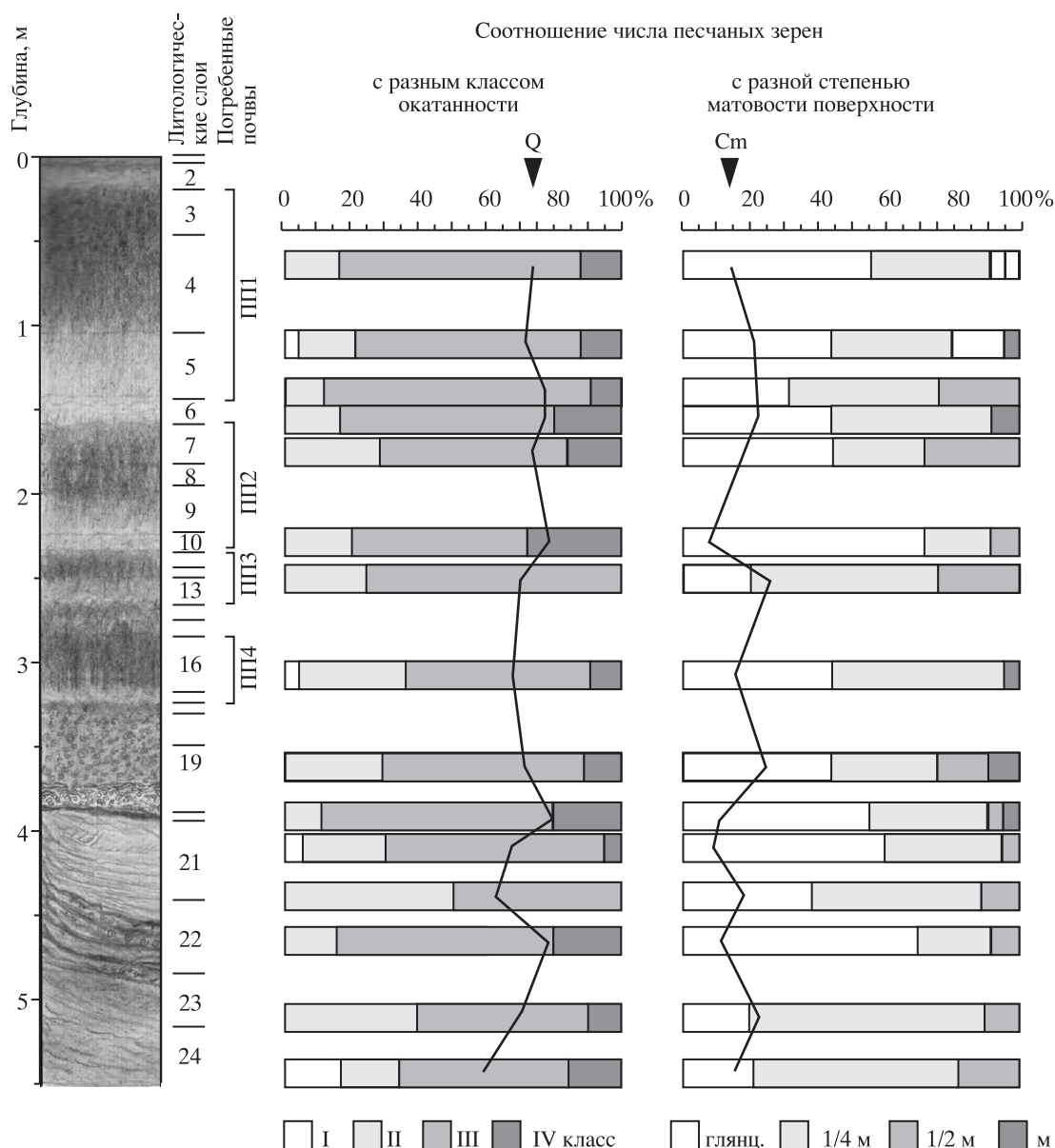


Рис. 4. Результаты морфоскопических исследований песчаных кварцевых зерен фракции 0.5–1.0 мм: Q – коэффициент окатанности, Cm – коэффициент степени матовости поверхности зерен (градации: глянцевая, четвертьматовая, полуматовая, матовая).

Таким образом, по результатам морфоскопического изучения КЗ в разрезе Ракушечный Яр различаются две основные части. Нижняя толща, где КЗ имеют хорошо выраженный “водный” облик и практически не переработаны последующими процессами, представляет собой русловой аллювий. В верхней, пойменной части разреза, содержащей ископаемые почвы, на поверхности КЗ первично аллювиального генезиса отчетливо видны следы последующего воздействия процессов почвообразования и морозного выветривания, связанного, по всей вероятности, с сезонным промерзанием. В образцах по всему разрезу в небольшом количе-

стве встречаются КЗ со следами золотой обработки, которые сформировались в результате частичного перевевания аллювиальных наносов.

Результаты палеопедологических исследований разреза Ракушечный Яр. Пойменные почвы имеют характерные особенности по сравнению с зональными почвами плакоров. В формировании пойменных почв важную роль играют изменения скорости седиментации пойменного аллювия. А.Л. Александровский [1] приводит следующие данные о количественной зависимости между скоростью накопления аллювия, степенью развития почвенного профиля и типом почвы: при

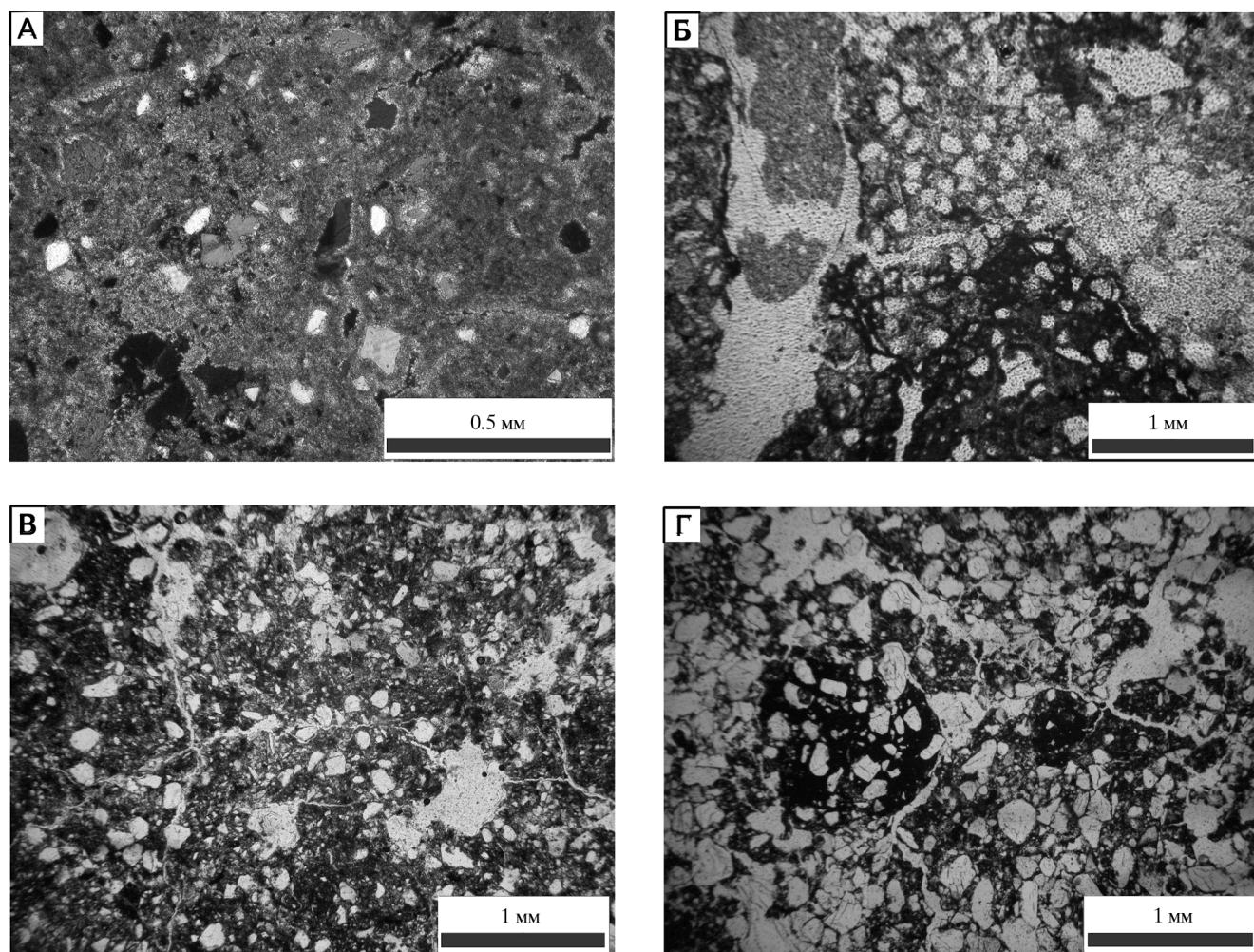


Рис. 5. Микроморфологические особенности погребенных почв (ПП):

А) строение гумусового горизонта ПП4: микроучасток с пропиточной формой карбонатов в основе (глубина 3.0 м, слой 16);
 Б) строение карбонатного иллювиального горизонта ПП4: пропиточная форма карбонатов в основе (глубина 3.2 м, слой 17);
 В) строение агрегированного гумусового горизонта ПП2 (глубина 1.8 м, слой 7);
 Г) округлые агрегаты с глинисто-гумусовым цементом в ПП1 и плазменно-песчаная основа (глубина 0.6 м, слой 4).

скорости седиментации более 2.5 мм в год формируется аллювий без признаков почвообразования; при скорости 0.3–1 мм в год – хорошо развитые пойменные дерновые и пойменные луговые почвы; при скорости менее 0.1 мм в год – почвы, близкие к зональным.

ПП4 в разрезе (слои 16–17) имеет генетический профиль А-АВ. Горизонт А (35 см) – темно-серый со слабым коричневатым оттенком. По микроморфологическим данным, слой имеет плотное микросложение (рис. 5А). Основа – пылевато-плазменная, плазма – глинисто-гумусовая, агрегированная. Скелет почвы представлен зернами мелко- и среднепылевой размерности. Изредка встречаются мелкие обломки раковин. По порам – отложения микропылеватого кальцита, в основе – пропиточные карбонаты. Горизонт АВ

также содержит пропиточные карбонаты в основе и отличается большим количеством стяжений пылеватых карбонатов по порам (рис. 5Б). Встречаются мелкие обломки костей и раковин.

Выше ПП4 прослеживается уровень эфемерного почвообразования (слой 14 около 10 см). Гумусовый горизонт имеет плотноватое, слабоагрегированное микросложение. Плазма буровато-серая, характеризуется обилием новообразований мелкокристаллического кальцита в виде отложений по порам и пропиточных карбонатов в основе. В слое встречаются мелкие обломки раковин и костей.

ПП3 (слои 11–13 – 30 см) имеет генетический профиль А1-АВ-ВСа. Горизонт А1 темно-серый. Основа плазменно-песчаная, плазма глинисто-гумусовая, в основе – пропиточные карбонаты.

В горизонте ВСа в изобилии встречаются плотные новообразования карбонатов размером до 1 см (“журавчики”). При микроморфологических исследованиях обнаружено, что площадь шлифов, занятая новообразованиями карбонатов, в основном пропиточных, в этом горизонте больше, чем в ПП4.

ПП2 (слои 7–10) имеет генетический профиль А1-АВ-ВСа, более мощный (около 75 см), чем ПП3 (30 см). Гумусовый горизонт ПП2 серый с буроватым оттенком, мощностью около 40 см. Основа плазменно-песчаная, плазма гумусово-глинистая (рис. 5В). Горизонт агрегирован, агрегаты округлые, размером до 2 мм. Карбонаты встречаются по всему профилю почвы. Выделяются скопления карбонатов по порам. Уже начиная с горизонта АВ, отмечаются “журавчики” размером до 1 см.

ПП1 (слои 3–5) имеет генетический профиль А1-АВ. Это наиболее мощная в данном разрезе (около 120 см), темноцветная, слабо карбонатная, опесчаненная дерновая почва. Горизонт А1 гумусовый имеет плазменно-песчаное микросложение. Плазма глинисто-гумусовая изотропная в виде комков на стыках песчаных зерен. В горизонте АВ преобладает песчаная фракция. Плазма – гумусово-глинистая, изотропная (рис. 5Г). Горизонт АВ характеризуется незначительным количеством пылеватых карбонатов в основе.

Проведенные исследования серии палеопочв в разрезе позволяют выявить изменения условий почвообразования на протяжении голоцена. Судя по морфологическим описаниям и микроморфологическим исследованиям в тонких шлифах, ведущую роль в формировании почв играли процессы гумусонакопления и карбонатообразования.

Педогенные карбонаты в последнее время привлекают большое внимание как индикаторы природных условий почвообразования [10, 17]. Выделяются сегрегационные (подвижные) формы карбонатов, в частности, пропиточные, свойственные почвам более влажных условий почвообразования – обыкновенным черноземам, и конкреционные формы (“журавчики”), свойственные почвам более сухих условий – южным черноземам.

В разрезе пропиточные формы карбонатов обнаружены в почвах конца атлантического периода и субатлантического периода (ПП4 и ПП1); в почвах суббореального времени (ПП3 и ПП2) наряду с пропиточными обнаружены и конкреционные формы карбонатов. Это свидетельствует о более засушливых условиях почвообразования в суббореале. По типу карбонатных новообразований пойменные почвы атлантического оптимума (ПП4) и субатлантического периода (ПП1) сход-

ны с обыкновенными черноземами степей, а суббореальные почвы – с южными черноземами.

Характеристики почв, полученные для разреза Ракушечный Яр, можно сопоставить с опубликованными данными по голоценовым почвам степной зоны. Детальные почвенно-археологические исследования, проведенные в зоне обыкновенных черноземов Восточно-Европейской почвенно-климатической фации, где расположен разрез Ракушечный Яр, позволили охарактеризовать этапы эволюции обыкновенных черноземов на протяжении большей части голоцена ([6, 7] и др.). Почвы атлантического периода (5–8 тыс. ^{14}C л. н.) были близки к современным обыкновенным черноземам, однако отличались от них меньшей мощностью гумусового горизонта при большей гумусированности и высоком содержании гуминовых кислот, наличием зернистой структуры, копрогенностью, порозностью и микроагрегированностью. Распределение карбонатов имело элювиально-иллювиальный характер. Горизонт ВСа таких почв содержал около 13% CaCO_3 , преимущественно в форме мобильных карбонатов – пропиточно-пятнистых, что свидетельствует об относительно теплых зимах и удовлетворительном увлажнении почв в это время. Почвы суббореального периода (5–2.5 тыс. ^{14}C л. н.) имели генетический профиль А-АВ-ВСа. Мощность гумусового горизонта и содержание гумуса в нем были меньше, чем в почвах атлантического и субатлантического времени. В интервале 70–160 см в суббореальных почвах появляется “белоглазка”, с глубины 85 см – новообразования гипса. И.В. Иванов [7] относит почвы такого строения к подтипу южных черноземов. Высокое залегание легкорастворимых солей и гипса свидетельствует о более засушливом климате суббореального времени по сравнению с атлантическим и субатлантическим периодами. По данным И.В. Иванова [7], перестройка почвенного профиля произошла на рубеже атлантического и суббореального периодов, когда за 200–300 лет образовались горизонт “белоглазки” и гипсовый горизонт. 4.2–3.7 тыс. ^{14}C л. н. глубина вскипания и мощность гипсового горизонта уменьшились. Черноземы субатлантического периода по своему строению приближались к современным черноземам обыкновенным, в последние 2000 лет их свойства мало изменялись.

Л.С. Песочиной [14], изучавшей развитие почв и природной среды на Нижнем Дону, установлено, что увеличение количества осадков на 25 мм приводит к понижению верхней границы аккумуляции карбонатов на 5 мм, а гипса – на 20 мм. В связи с изменениями увлажненности климата в голоцене в названном регионе произошли значи-

тельные изменения в состоянии почвенного покрова: чернозем обыкновенный (атлантический период) – чернозем южный (суббореальный период) – чернозем обыкновенный (субатлантический период). Наиболее динамичными были процессы, формирующие гумусовый, солевой и карбонатный профили почв. Сходную последовательность установили Д.Г. Невидомская и Л.П. Ильина [12] при изучении подкурганых почв суббореального возраста на Доно-Акса́йской высокой пойме (курганы-могильники Тимерницкий, Дюнный). Почва с возрастом около 4 тыс. лет была определена как чернозем карбонатный маломощный, слабо гумусированный, отвечающий более засушливым условиям, чем современные, что согласуется с выводами И.В. Иванова и Л.С. Песочинной о существовании южных черноземов в это время. В интервале 5–6 тыс. ^{14}C л. н. ими была описана аллювиально-дерновая (луговая) слоистая почва, отвечающая условиям оптимума голоцена. По мнению авторов, сплошная пропитка иллювиального горизонта этой почвы пылеватыми карбонатами является показателем относительно влажных климатических условий.

Краткое обобщение результатов, полученных предшествующими исследователями, показывает, что установленные по разрезу Ракушечный Яр этапы почвообразования соответствуют смене этапов фоновых (зональных) почвообразования в рассматриваемом регионе.

Результаты палинологических исследований разреза Ракушечный Яр. Палинологические исследования в степной зоне Европейской части России ([4, 9, 11] и др.) показывают, что для отложений голоцена в этом регионе в целом характерны довольно низкие содержания и плохая сохранность пыльцы. Это связано как со сравнительно небольшой пылевой продукцией степной травянисто-кустарничковой растительности, так и с неблагоприятными для сохранения пылевых оболочек физико-химическими и микробиологическими условиями в субэра́льных отложениях (главным образом, в почвах). Разрез Ракушечный Яр является одним из немногих благоприятных для палинологических исследований объектов в зоне степей. С флювиальным генезисом отложений, вскрытых этим разрезом, связана их относительно высокая насыщенность пылью при неплохой сохранности пылевых оболочек. Сравнительно большая мощность осадков дает возможность детально проследить изменения растительности и климата на протяжении большей части голоцена. Изменения в соотношении более и менее термофильных элементов, отраженные на спорово-пылевой диаграмме (рис. 6), по-

зволяют судить о колебаниях теплообеспеченности, а возрастание доли пыльцы и спор более мезофильных видов растений служит признаком повышения увлажнения и снижения континентальности климата.

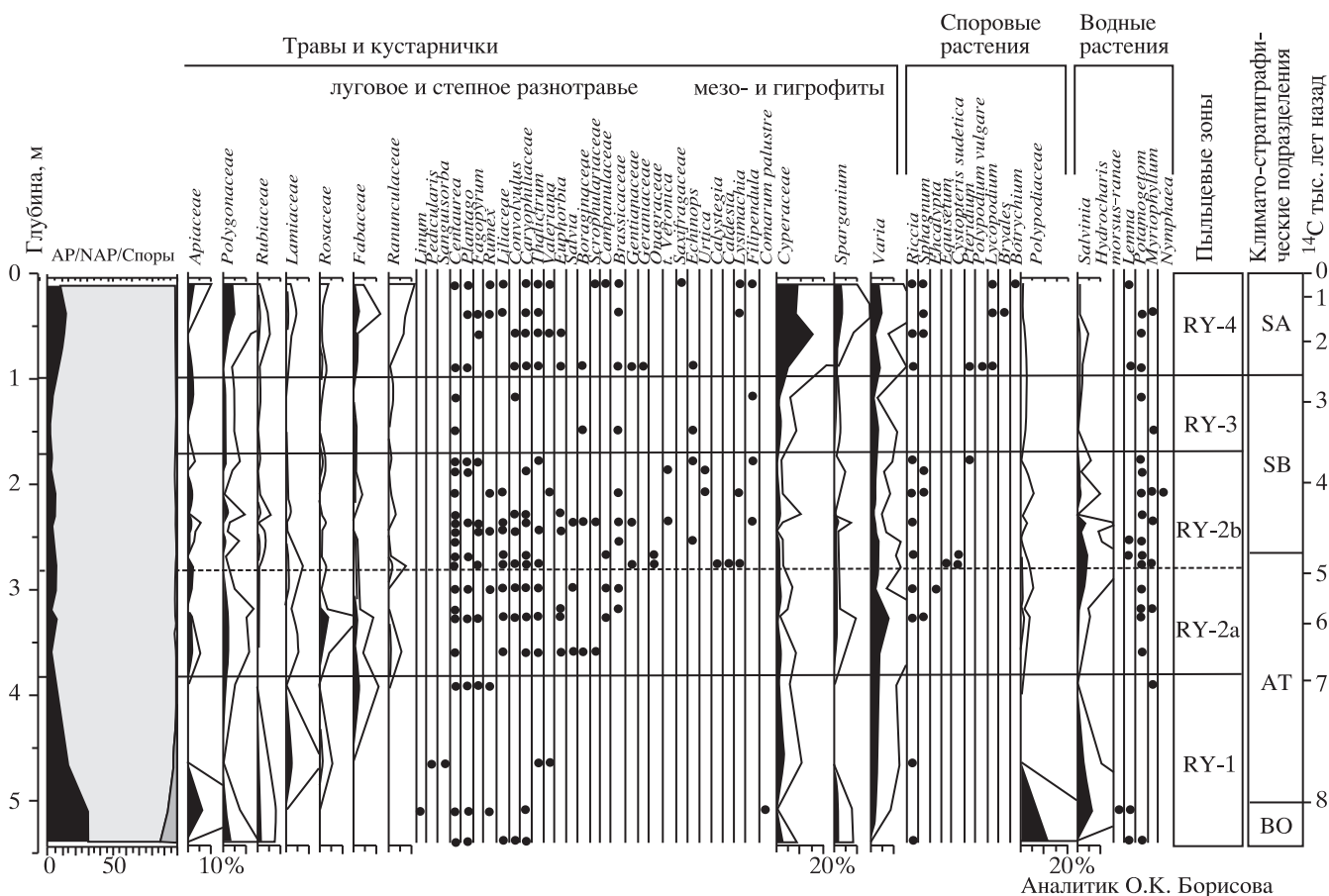
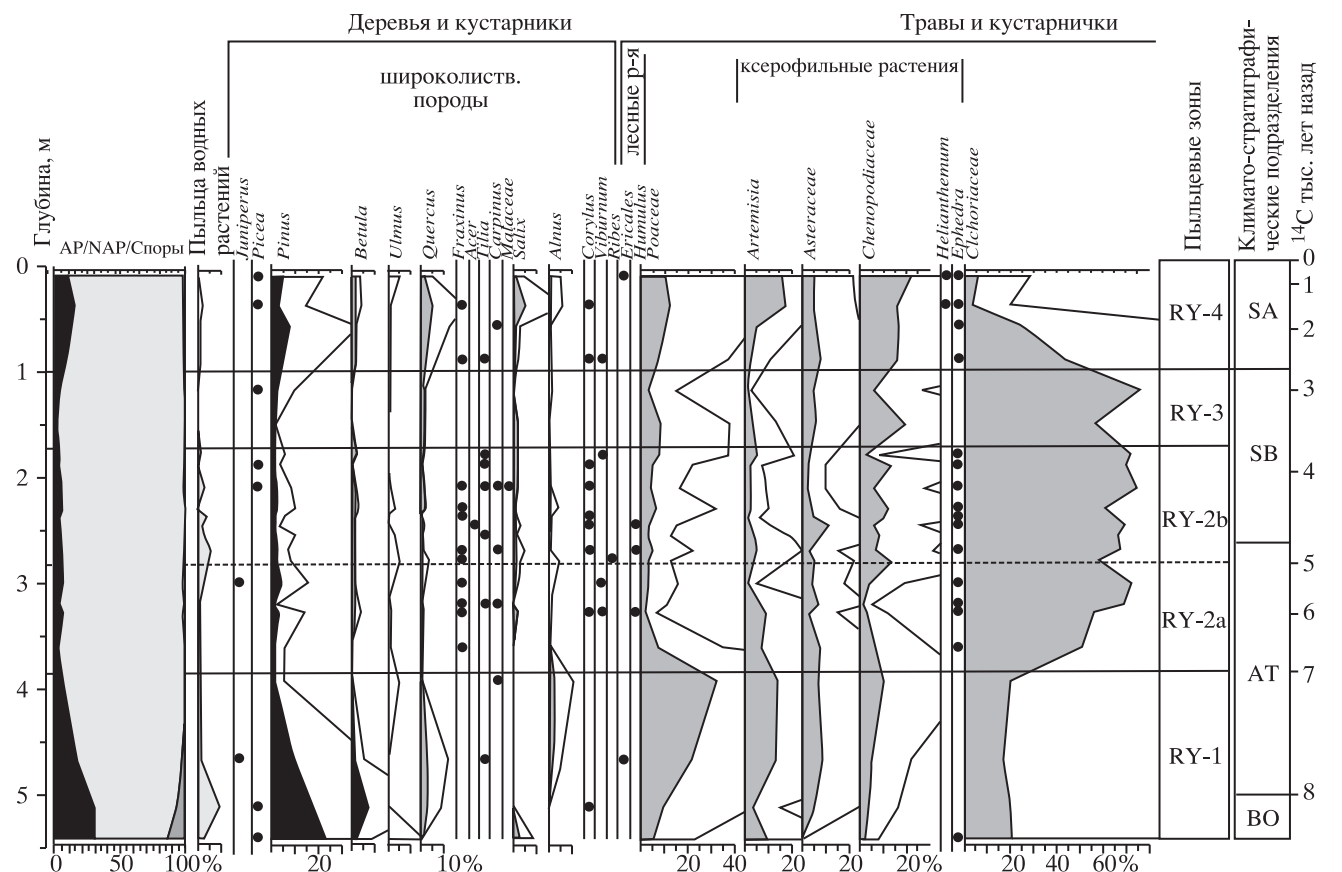
В разрезе выделяются четыре основные локальные пылевые зоны (ЛПЗ). Нижней части ЛПЗ RY-1 соответствуют наибольшие содержания пыльцы сосны и березы, спор папоротников (*Polypodiaceae*), единичные находки пыльцы можжевельника (*Juniperus*) и верескоцветных кустарничков (*Ericales*) – растений, которые в зоне степей характерны для сосновых лесов. В настоящее время южная граница ареала *J. communis* пересекает бассейн Дона в его среднем течении [2]. Состав пыльцы в этом слое свидетельствует о более широком распространении сосновых и березовых лесов (возможно, с небольшой примесью дуба и вяза) в позднем бореале по сравнению с последующей частью голоцена, что говорит о более прохладных и менее засушливых условиях в бореальное время по сравнению с атлантическим.

Общий состав спектров и особенно состав пыльцы травянистых растений в ЛПЗ RY-1 показывают, что зональная растительность и в позднебореальное, и в раннеатлантическое время представляла собой бедноразнотравно-злаковую степь. В этой ЛПЗ обнаружена пыльца характерных представителей лугового и степного разнотравья (родов *Linum*, *Pedicularis*, *Sanguisorba*, *Centaurea*, *Plantago* и др.). В верхней части ЛПЗ RY-1 отмечены особенно высокие содержания пыльцы злаков. Вероятно, значительная часть этой пыльцы принадлежит тростнику (*Phragmites communis*): на это указывает обилие фитолитов характерной для тростника формы в нижних слоях разреза [5]. Вероятно, вблизи разреза заросли тростника занимали мелководья и соседствовали с водной растительностью (сальвиния, ряска, уруть, рдест, осоки, ежеголовник и сабельник).

Изменения в составе древесной пыльцы (рис. 7) в ЛПЗ RY-2 по сравнению с ЛПЗ RY-1 указывают на возрастание роли широколиственных пород (преимущественно дуба и вяза) в интразональных лесных сообществах. В составе лесов, занимавших высокие уровни поймы и верховья балок, участвовали также ясень, липа и клен. В подлеске и по опушкам росли лещина, калина, ива. В ЛПЗ RY-2 в небольшом количестве отмечена также



Рис. 6. Пылевая диаграмма по разрезу Ракушечный Яр-2009. За 100% принята сумма пыльцы и спор наземных растений. Повторяющие контуры – с увеличением в 5 раз. AP (arboreal pollen) – пыльца деревьев и кустарников; NAP (non-arboreal pollen) – пыльца трав и кустарничков.



Аналитик О.К. Борисова

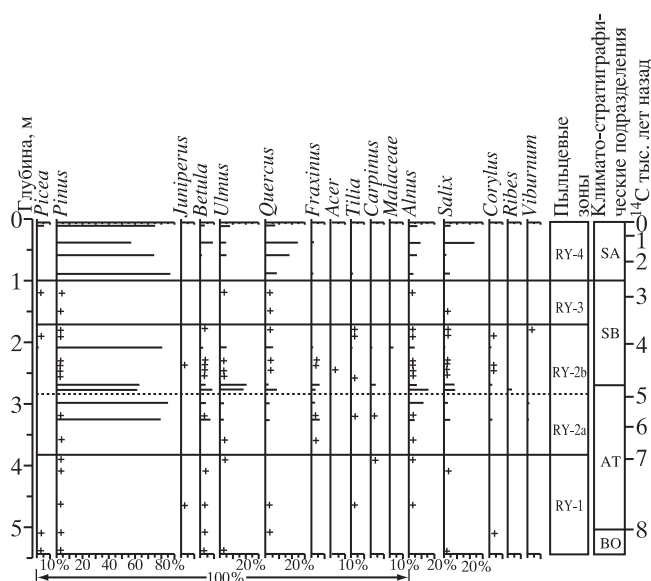


Рис. 7. Изменения состава пыльцы деревьев и кустарников в разрезе Ракушечный Яр-2009. За 100% принята сумма пыльцы лесообразующих пород деревьев.

пыльца граба (*Carpinus betulus*), который обычно растет во втором ярусе широколиственных лесов. Дуб, по сравнению с грабом, – порода более ксерофильная и светолюбивая, граб – более требователен к теплу и к мягкому влажному климату, что и ограничивает его ареал на юго-востоке [2]. Современный ареал граба на востоке ареала занимает юго-западную часть зоны широколиственных лесов Восточно-Европейской равнины, но в наиболее высокой части Донецкого Кряжа существует небольшое изолированное местонахождение граба – Грабовая балка [13]. Находки пыльцы граба в ЛПЗ RY-2 говорят о более широком распространении этой породы и/или о возрастании его обилия и, следовательно, о снижении континентальности климата в отмеченный промежуток времени.

На ЛПЗ RY-2 приходится максимум пыльцы черной ольхи (*Alnus glutinosa*). Южная граница ее современного ареала проходит вблизи разреза Ракушечный Яр. Ольха образует небольшие леса в поймах, у подножия склонов с выходами грунтовых вод, на заболоченных низинах. В виде примеси в них встречаются ясень, береза пушистая, реже дуб, в подлеске – смородина (*Ribes nigrum*), калина, ивы, в травостое – таволга (*Filipendula ulmaria*), крапива (*Urtica dioica*), вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris*), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*), осоки и другие влаголюбивые растения [2]. Находки пыльцы перечисленных растений в разрезе Ракушечный Яр показывают, что расцвет черноольшаников, как и широколиственных лесных сообществ и

мезофитных луговых ассоциаций, на данной территории приходился на конец атлантического периода голоцена и переход к суббореалу. ЛПЗ RY-2 в целом соответствует наиболее теплomu этапу голоцена, однако возможно, что в начале суббореала произошло небольшое похолодание за счет снижения летних температур. Это привело к общему смягчению (океанизации) климата и улучшению условий увлажнения. Тем не менее, содержания пыльцы древесных пород в ЛПЗ RY-2 остаются крайне низкими (рис. 6), что свидетельствует об ограниченной ландшафтной роли лесных сообществ в регионе. Зональная растительность этого времени – богаторазнотравно-злаковая степь. В то же время, участие разнотравья в степных сообществах заметно возрастало по сравнению с раннеатлантическим временем (ЛПЗ RY-1). Состав пыльцы травянистых растений в подзоне RY-2b еще более разнообразен, чем в подзоне RY-2a. О возрастании влажности свидетельствует присутствие в подзоне RY-2b спор хвоща (*Equisetum*), папоротников (*Cystopteris sudetica*, *Pteridium aquilinum*) и сфагновых мхов (*Sphagnum*), а о расцвете водной растительности в многочисленных мелких хорошо прогреваемых пойменных водоемах – обилие и разнообразие пыльцы и спор водных растений

В составе спектров в ЛПЗ RY-2 господствует пыльца *Cichoriaceae* (до 70% от общей суммы пыльцы наземных растений). Многие представители этого семейства на всем протяжении голоцена, как и в настоящее время, входили в состав зональных (степных) фитоценозов. Известно также, что пыльцевые оболочки *Cichoriaceae* обладают высокой устойчивостью к разрушению в субэкральных условиях ([22]). В ходе избирательного разрушения наименее стойких форм происходит постседиментационное “обогащение” пыльцой с особо прочными оболочками, что приводит к определенному искажению пыльцевых спектров: в лесостепных и степных районах доля пыльцы *Roaceae* и *Suraceae* обычно оказывается заниженной относительно их роли в растительных сообществах, а доля более стойкой к разрушению пыльцы *Cichoriaceae*, *Asteraceae* и *Chenopodiaceae* – завышенной [8]. Тем не менее, крайне высокие содержания пыльцы *Cichoriaceae* в ЛПЗ RY-2 и RY-3 нуждаются в специальном объяснении. Обилие пыльцы цикориевых в слоях пойменных суглинков, соответствующих ЛПЗ RY-2 и RY-3, по-видимому, связано с особенностями локальной растительности, а именно – с широким распространением одуванчиков, цикория, козлородника и других пионерных, луговых и псаммофильных растений из семейства

Cichoriaceae на эродированных участках поймы, на пойменных наилках и прирусловых песках.

Накопление осадков, соответствующих ЛПЗ RY-3, происходило во второй половине суббореального периода голоцена. Пыльца деревьев и кустарников в этих слоях встречается крайне редко, что говорит об установлении в позднем суббореале неблагоприятных условий для существования интразональных лесов сообществ. Одновременное обеднение разнотравья, увеличение доли пыльцы маревых и астровых и почти полное отсутствие спор указывают на широкое развитие ксерофильного варианта бедноразнотравно-злаковых (ковыльно-типчачковых) степей. Такие степи в настоящее время распространены в бассейне р. Сал в условиях большей континентальности климата и низкого увлажнения в летний период. Богаторазнотравно-злаковые степи характерны для менее аридного климата правобережья и средней части бассейна Дона [13]. В составе интразональных травянистых ассоциаций заметных изменений по сравнению с ЛПЗ RY-2, по-видимому, не произошло. Об этом косвенно свидетельствуют высокие содержания пыльцы *Cichoriaceae* в ЛПЗ RY-3.

ЛПЗ RY-4 в целом соответствует субатлантическому периоду голоцена и по составу пыльцы близка к ЛПЗ RY-2. Это показывает, что пойменные и байрачные леса, а также сосновые и березовые перелески на песчаных грунтах, в субатлантике восстановили свои позиции в ландшафте. Среди пыльцы широколиственных пород преобладает пыльца дуба, что может объясняться локальными условиями: старые высокие пойменные массивы представляют наиболее благоприятные местообитания для дубовых лесов, и в течение субатлантического периода дуб, вероятно, рос поблизости от места разреза, как и в настоящее время. В целом состав пыльцы деревьев и кустарников в ЛПЗ RY-4 меньше, чем в ЛПЗ RY-2. Количество пыльцы *Cichoriaceae* сокращается с 45 до 5% от общей суммы пыльцы и спор наземных растений (рис. 6). Такое сокращение обилия пыльцы может отражать уменьшение частоты заливания данного массива высокой поймы по мере увеличения его высоты. Не исключено также и влияние климатических изменений на сокращение высоты и повторяемости больших половодий. В ЛПЗ RY-4 обнаружены единичные споры лесных (*Lycopodium*, *Pteridium*), луговых (*Botrychium*) и болотных (*Sphagnum*) растений. Как количество, так и разнообразие пыльцы и спор водных растений в ЛПЗ RY-4 немного меньше, чем в подзоне RY-2b, наиболее богатой в этом отношении.

Принадлежность пыльцевых спектров по всему разрезу Ракушечный Яр-2009 к степному типу

показывает, что во все время накопления отложений, вскрытых в разрезе, данная территория принадлежала к степной зоне. Разнотравно-злаковые степи на плакорах сочетались с небольшими участками сосновых и березовых остепненных лесов на почвах легкого механического состава, с байрачными лесами и кустарниками и с разнообразными пойменными сообществами, от лугов разных типов до смешанных широколиственных лесов. При этом участие интразональных лесных сообществ в растительном покрове, изменяясь во времени, не достигало “лесостепного уровня”.

Закключение. Разрез Ракушечный Яр вскрывает строение высокой поймы р. Дон, включая русловую и пойменную фации аллювия. Опираясь на археологические материалы и данные радиоуглеродного датирования при построении хронологической шкалы, на основании комплексного изучения толщи осадков, вскрытой разрезом, можно выделить основные этапы ее формирования и реконструировать изменения ландшафтно-климатических условий в данном регионе на протяжении большей части голоцена.

Залегающая в основании разреза пачка песчаных отложений (слои 21–24) представляет собой русловую фацию аллювия. Об этом убедительно свидетельствуют характер слоистости и данные морфоскопического исследования песчаных кварцевых зерен. Формирование этой пачки происходило в конце бореального – начале атлантического периода голоцена. Наличие в толще аллювия тонких прослоек сажистой массы и угольков указывает на присутствие человека на расположенных поблизости участках поймы, которые размывались русловым потоком при боковой эрозии или во время половодий. Собственно пойменная часть разреза начинается с тонкой сажистой прослойки (слой 20), залегающей на подстилающем русловом аллювии. Не исключено, что эта прослойка образовалась при участии человека, обитавшего вблизи разреза уже в раннеатлантическое время (около 8–7 тыс. ^{14}C л. н.). В дальнейшем, в течение голоцена режим формирования поймы неоднократно изменялся, и фазы более интенсивного накопления пойменного аллювия чередовались с фазами сокращения частоты и высоты половодий, когда создавались благоприятные условия для почвообразования на поверхности высокой поймы. Чередование названных фаз подтверждается морфоскопическими исследованиями песчаных зерен, которые несут информацию о роли аллювиальных, эоловых и почвенно-геохимических процессов в формировании отложений.

В позднеатлантическое время при относительно редком и слабом затоплении поймы сформир-

Таблица 2.

Локальные пыльцевые зоны	Изменения растительности	Изменения климата	Климато-стратиграфические подразделения ¹⁴ C тыс лет назад
RY-4	Восстановление разнотравно-дерновиннозлаковых степей, смешанные пойменные леса с преобладанием дуба, черноольшаники, ивняки, байрачные леса и кустарники, сосна и береза по песчаным массивам	Новое смягчение климата (снижение континентальности), рост увлажнения	SA 0-2
RY-3	Бедноразнотравно-дерновиннозлаковые степи на плакорах, сокращение роли и обеднение состава пойменных лесов	Этап наибольшей аридизации (сравнительно теплый и сухой)	SB 3-4
RY-2b	Богатразнотравно-дерновиннозлаковые степи на плакорах, пойменные широколиственные и байрачные леса наиболее богатого состава, наибольшее развитие черноольшаников и ивняков, разнообразная прибрежная и водная растительность	Постепенный рост континентальности климата и сокращение увлажнения	SB 4-5
RY-2a	Разнотравно-дерновиннозлаковые степи на плакорах, широколиственные и черноольховые леса на поймах, байрачные леса и кустарники, пойменные луга и ивняки	Наибольшее смягчение климата, наилучшие условия увлажнения (небольшое снижение летних температур)	AT 5-7
RY-1	Становление разнотравно-дерновиннозлаковых степей в сочетании с лугами и пойменными широколиственными и черноольховыми лесами при сокращении роли березовых и сосновых лесов	Потепление, уменьшение континентальности (за счет теплых зим)	AT 7-8
	Луговая степь с сосновыми и березовыми лесами с небольшой примесью широколиственных пород	Континентальный климат холоднее современного	BO 8

ровалась погребенная почва ПП4 (слои 16, 17). Следующий этап, включавший несколько фаз почвообразования и преобладания аккумуляции пойменного аллювия, отвечает суббореальному периоду голоцена (5–3 тыс. л. н.). К нему относится формирование двух погребенных почв (ПП3 – слои 11–13 и ПП2 – слои 7–10). Наиболее активными процессами почвообразования при замедленной аккумуляции пойменного аллювия характеризовался субатлантический период, когда сформировалась погребенная почва ПП1 (слои 3–5). Изучение почвенных профилей и микроморфологические исследования почв в тонких шлифах в разрезе Ракушечный Яр показали, что ведущую роль в развитии почв играли процессы гумусонакопления и карбонатообразования. При этом почвы поздней части атлантического периода и субатлантического периода (ПП4 и ПП1) содержат более подвижные, пропиточные формы карбонатов, характерные для почв, развивающихся в более влажных условиях, – обыкновенных

черноземов, тогда как в почвах суббореального периода (ПП3 и ПП2) наряду с пропиточными обнаружены конкреционные формы карбонатов (“журавчики”), характерные для почв более сухих условий – южных черноземов. Таким образом, последовательность пойменных палеопочв в разрезе Ракушечный Яр подобна последовательности этапов почвообразования в голоцене, установленной на региональном уровне: развитие обыкновенных черноземов при достаточном уровне увлажнения в атлантическое время, их замещение южными черноземами в более засушливых условиях суббореала и формирование черноземов современного облика в субатлантическое время.

Результаты спорово-пыльцевого анализа отложений из разреза Ракушечный Яр-2009 полностью подтверждают выводы, полученные на основе палеопедологических исследований, и позволяют восстановить основные этапы изменений растительности и климата в данном регионе на протяжении голоцена (табл. 2). Наиболее про-

хладные климатические условия за весь период, охваченный разрезом, существовали в конце бореального – начале атлантического времени. Последующее потепление при увеличении количества осадков и снижении континентальности климата способствовало возрастанию роли разнотравья в степных сообществах, распространению широколиственных пород и их внедрению в интразональные (байрачные и пойменные) лесные ассоциации. Наиболее благоприятные условия для существования лесных и кустарниковых сообществ и мезофитных травянистых ассоциаций складывались в конце атлантического и при переходе к суббореальному периоду голоцена, благодаря увеличению океаничности и влажности климата, что, вероятно, было вызвано снижением летних температур, а возможно – и небольшим ростом количества атмосферных осадков. Новое потепление, сопровождаемое увеличением континентальности и засушливости климата, во второй половине суббореального времени привело к почти полному исчезновению лесных сообществ и к распространению более ксерофильного варианта степей на данной территории. Современный облик растительности (разнотравно-дерновиннозлаковые степи в сочетании с разнообразными лесными, кустарниковыми и луговыми интразональными сообществами) сложился на протяжении субатлантического периода голоцена при климатических условиях, близких к современным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александровский А.Л.* Запись природной среды в почвах голоцена // *Память почв. Почва как память биосферно-геосферно-антропогенных взаимодействий*. М.: ИГ РАН, 2008. С. 75–105.
2. *Ареалы деревьев и кустарников СССР*. Т. I. Л.: Наука, 1977. 164 с.
3. *Белановская Т.Д.* Из древнейшего прошлого Нижнего Подонья: поселение времени неолита и энеолита Ракушечный Яр. СПб: Изд-во СПбГУ, 1995. 200 с.
4. *Болховская Н.С.* Палиноиндикация изменения ландшафтов Нижнего Поволжья в последние десять тысяч лет // *Вопросы геологии и геоморфологии Каспийского моря*. М.: Наука, 1990. С. 52–68.
5. *Гольева А.А.* Фитолиты и их информационная роль при исследовании природных и археологических объектов. М.; Сыктывкар; Элиста, 2001. 200 с.
6. *Золотун В.Н.* Развитие почв юга Украины за последние 40–50 веков. Автореф. дисс. ... д. с.-х. н. Киев, 1974. 74 с.
7. *Иванов И.В.* Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.: Наука, 1992. 142 с.
8. *Исаева-Петрова Л.С.* Предварительные результаты палинологического исследования почв Центрально-Черноземного заповедника // *Биота основных геосистем Центральной лесостепи*. М.: ИГ АН СССР, 1976. С. 62–73.
9. *Исаева-Петрова Л.С.* История луговой степи Среднерусской возвышенности в голоцене // *Палинология четвертичного периода*. М.: Наука, 1985. С. 168–183.
10. *Ковда И.В.* Информационное значение карбонатных новообразований для реконструкции процессов почвообразования // *Память почв. Почва как память биосферно-геосферно-антропогенных взаимодействий*. М.: ИГ РАН, 2008. С. 352–405.
11. *Кременецкий К.В.* Палеоэкология древнейших земледельцев и скотоводов Русской равнины. М.: ИГ АН СССР, 1991. 188 с.
12. *Невидомская Д.Г., Ильина Л.П.* Почвенные исследования археологических памятников бронзового века // *Вестник ЮНЦ*. 2009. Т. 5. № 2. С. 73–83.
13. *Новопокровский И.В.* Растительность // *Природа Ростовской области*. Ростов-на-Дону: Ростовское обл. книгоиздат, 1940. С. 111–140.
14. *Песочина Л.С.* Развитие почв и природной среды Нижнего Дона во второй половине голоцена. Автореф. дисс. ... к.б.н. М., 2004. 24 с.
15. *Растительность Европейской части СССР*. Л.: Наука, 1980. 429 с.
16. *Хотинский Н.А.* Голоцен северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.
17. *Хохлова О.С.* Педогенные карбонаты как носители памяти об условиях почвообразования. // *Память почв. Почва как память биосферно-геосферно-антропогенных взаимодействий*. М.: ИГ РАН, 2008. С. 406–437.
18. *Цыбрий В.В.* Неолит Нижнего Дона и северо-восточного Приазовья. Ростов-на-Дону: Изд. СКНЦ ВШ ЮФУ, 2008. 199 с.
19. *Aleksandrovsky A.L., Belanovskaya T.D., Dolukhanov P.M., et al.* The Lower Don neolithic // *The East European Plain on the eve of agriculture*. BAR Int. ser. 1964. Oxford: Archaeopress, 2009. P. 89–99.
20. *Krinsley D.H., Doornkamp J.C.* Atlas of quartz sand surface textures. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1973. 91 p.
21. *Velichko A.A., Timireva S.N.* Morphoscopy and morphometry of quartz grains from loess and buried soil layers // *Geo J*. 1995. V. 36. № 2/3. P. 143–149.
22. *Zelikson E.M.* On the palynological characteristic of Late Valdai loesses in the centre of Russian Plain // *Annales Univ. M. Curie-Skłodowska. Sect. B*. 1986. V. XLI (8). P. 137–148.

New data on the climate and landscape changes in the lower don steppe province in the holocene (based on the multi-proxy study of the rakushechny yar section)

A.A. Velichko, O.K. Borisova, T.D. Morozova, S.N. Timireva

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences

Based on the multi-proxy studies of the Rakushechny Yar section of the Don River floodplain (47°33'N, 40°40'E), the landscape and climate changes in the Lower Don steppe province during the Holocene were reconstructed. During the entire time-span characterized by this section (app. since 9 ka BP), the study area belonged to the steppe zone. The coolest climate for the entire Holocene took place on the site in the Boreal and early Atlantic phases. The following warming, along with an increase in precipitation and decrease in the continentality of climate, had caused an increase of the species diversity in the steppe vegetation, as well as development of the intra-zonal forest and shrub communities. The most favorable conditions for their spread existed at the Atlantic/Subboreal boundary. More continental and dry climate in the late Subboreal caused an almost complete disappearance of the forest communities and a spread of more xerophytic type of the steppe in the area. The contemporary vegetation (the forb-grass steppe) was formed during the Subatlantic period of the Holocene when the climatic conditions were similar to the present-day ones.