

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской  
академии наук

Обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки «Федеральный исследовательский центр  
«Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»

*На правах рукописи*

**СВЕРЧКОВА АЛЁНА ЭДУАРДОВНА**

**КРУПНЫЕ КУРГАНЫ ЭПОХИ БРОНЗЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РОССИИ КАК  
АРХИВ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
ЗЕМЛЯНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Специальность 1. 5. 19 – почвоведение

ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание ученой степени

Кандидата биологических наук

Научный руководитель:

Доктор географических наук

Главный научный сотрудник Хохлова Ольга Сергеевна

Москва - 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1. Климатические флуктуации, эволюция степных почв и изучение курганных конструкций в степной зоне Восточной-Европейской равнины во второй половине голоцена (литературный обзор)</b> .....	16
1.1. Климатические флуктуации степной зоны Восточно-Европейской равнины во второй половине голоцена.....	17
1.2. Эволюция степных почв Восточно-Европейской равнины во второй половине голоцена.....	21
1.3. Изучение курганных конструкций второй половины голоцена.....	25
<b>Глава 2. Физико-географические условия территории исследования</b> .....	32
2.1. Геологическое строение и рельеф.....	33
2.2. Климатические условия.....	40
2.3. Гидрология.....	42
2.4. Растительный и почвенный покров.....	44
<b>Глава 3. Объекты и методы исследования</b> .....	51
3.1. Объекты исследования.....	51
3.2. Полевые работы.....	67
3.3. Лабораторные работы.....	68
<b>Глава 4. Морфологические и физико-химические свойства погребенных почв</b> .....	70
4.1. <i>Ключевой участок «Ессентукский I»</i> .....	70
4.1.1. Морфологический анализ почв.....	70
4.1.2. Микроморфологический анализ.....	72
4.1.3. Гранулометрический состав.....	74
4.1.4. Содержание углерода органического и карбонатного, гипса.....	74
4.1.5. Содержание обменных оснований.....	77
4.1.6. Определение магнитной восприимчивости.....	78
4.1.7. Спорово-пыльцевой анализ.....	79
4.2. <i>Ключевой участок «Болдырево IV»</i> .....	81
4.2.1. Морфологический анализ почв.....	81
4.2.2. Микроморфологический анализ.....	82

4.2.3. Гранулометрический состав.....	83
4.2.4. Содержание углерода органического и карбонатного, гипса.....	83
4.2.5. Содержание обменных оснований.....	85
4.2.6. Определение магнитной восприимчивости.....	86
4.3. <i>Ключевой участок «Бейсужек IX»</i> .....	86
4.3.1. Морфологический анализ почв.....	86
4.3.2. Микроморфологический анализ.....	88
4.3.3. Гранулометрический состав.....	90
4.3.4. Содержание углерода органического и карбонатного, гипса.....	90
4.3.5. Содержание обменных оснований.....	93
4.3.6. Определение магнитной восприимчивости.....	93
4.3.7. Спорово-пыльцевой анализ.....	93
4.4. <i>Ключевой участок «Шумный»</i> .....	96
4.4.1. Морфологический анализ почв.....	96
4.4.2. Микроморфологический анализ.....	99
4.4.3. Гранулометрический состав.....	103
4.4.4. Содержание углерода органического и карбонатного.....	104
4.4.5. Содержание обменных оснований.....	106
4.4.6. Определение магнитной восприимчивости.....	107
4.4.7. Спорово-пыльцевой анализ.....	107
<b>Глава 5. Морфологические и физико-химические свойства материалов курганных конструкций, описание технологий и приемов строительства больших курганов бронзового века</b> .....	111
5.1. <i>Ключевой участок «Ессентукский I»</i> .....	111
5.1.1. Морфологический анализ курганных конструкций.....	111
5.1.2. Микроморфологический анализ.....	113
5.1.3. Физико-химические свойства.....	121
5.1.4. Описание технологии и приемов строительства кургана.....	124
5.2. <i>Ключевой участок «Болдырево IV»</i> .....	128
5.2.1. Морфологический анализ курганных конструкций.....	128
5.2.2. Микроморфологический анализ.....	129
5.2.3. Физико-химические свойства.....	131

5.2.4. Описание технологии и приемов строительства кургана.....	133
5.3. <i>Ключевой участок «Бейсужек IX»</i> .....	134
5.3.1. Морфологический анализ курганных конструкций.....	134
5.3.2. Микроморфологический анализ.....	135
5.3.3. Физико-химические свойства.....	138
5.3.4. Описание технологии и приемов строительства кургана.....	139
5.4. <i>Ключевой участок «Шумный»</i> .....	140
5.4.1. Морфологический анализ курганных конструкций.....	140
5.4.2. Микроморфологический анализ.....	141
5.4.3. Физико-химические свойства.....	145
5.4.4. Описание технологии и приемов строительства кургана.....	146
<b>Глава 6. Палеоклиматические реконструкции степной зоны Восточно-Европейской равнины</b> .....	<b>150</b>
<b>Заключение</b> .....	<b>158</b>
<b>Выводы</b> .....	<b>169</b>
<b>Список сокращений</b> .....	<b>171</b>
<b>Список литературы</b> .....	<b>172</b>
<b>Приложение 1</b> .....	<b>193</b>
<b>Приложение 2</b> .....	<b>203</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Палеопочвы, погребенные под археологическими памятниками, являются важным архивом палеоэкологической информации, используемой для решения широкого круга задач в самых разных науках: (палео)почвоведении, геологии, геоморфологии, географии, геоархеологии (археологическом почвоведении), археологии и других. Получаемые при их изучении материалы позволяют реконструировать эволюцию почв и изменения условий окружающей среды, историю формирования курганных сооружений и их культурную хронологию.

Черноземы являются ключевым объектом познания эволюции почв в степной зоне России. Основные сведения об эволюции черноземов и ландшафтно-климатических изменениях условий среды во второй половине голоцена для степной зоны Восточно-Европейской равнины на основе изучения почв земляных археологических памятников получены как российскими исследователями (Криштович, 1914; Герасимов 1983, Александровский, Александровская, 2005; Демкин, Демкина, 2003; Чендев, 2004; Демкин, 2013; Дергачева, 2003; Губин, 1984; Геннадиев, 1990; Лисецкий, 2016; Сычева, 2006, 2011; Таргульян, 2005; Хохлова, 2018, 2019; Иванов, 1992; Ковалева, 2020 и многие другие), так и зарубежными (Altermann, 2005; Arnaud et al., 2019; Barczi, 2006, 2009; Dreibrodt et al., 2010; Ehwald et al., 1999; Eckmeier, 2007; Fischer-Zujkov et al., 1999; Gerlach et al., 2012; Hejzman et al., 2013; Kabala et al., 2019; Kühn et al., 2017; Nykamp et al., 2020; Schalich, 1988, Joo et al., 2007). Вместе с тем, изученные объекты распределены очень неравномерно как по ареалу степной зоны, так и по охваченным хроноинтервалам (Зданович и др., 1984; Александровский и др., 2004; Гольева, Хохлова, 2010; Песочина, 2014). Наименее изученными представляются палеопочвы наиболее ранних курганных памятников – ранняя бронза (конец IV – вторая половина III тыс. до н.э.). Также существуют и пробелы в теоретическом осмыслении получаемых результатов, например, связь свойств почв с климатическими параметрами и временной масштаб изменчивости основных свойств черноземов.

Крупные курганы высотой более 2-3 м и диаметром от нескольких десятков до первых сотен метров раскапывались археологами редко, а поэтому и почвоведцами

изучались редко, при этом каждый такой памятник уникален и имеет особое значение как для археологии, так и для почвоведения. В частности, при геоархеологическом анализе таких объектов имеется ряд преимуществ:

- курганные конструкции, чья мощность больше указанных величин, не прорабатываются современным почвообразованием на всю глубину и сохраняют исходные свойства материалов, из которых они сооружены, а также особенности структуры и сложения, приданные им древними строителями;

- в случае обнаружения под ними палеопочв, погребенных в разное время, т.е., педохроноряда, для всех членов такого ряда обеспечены идентичные топо-литологические условия и точное знание хронологии их погребения: раньше погребены почвы в центре кургана и позже – на его периферии;

- изучение педохроноряда под разновременными конструкциями кургана, сооруженными за относительно короткое время (25-50-100 лет), позволяет четко определить направленность изменений свойств почв, а также провести палеоклиматические реконструкции на пределе временного разрешения, то есть максимально достижимой временной детализации отражения почвенными свойствами колебаний климата.

Кроме этого, как стало понятно не так давно (Khokhlova, Nagler, 2020), для возведения крупных курганов недостаточно было просто насыпать холм земли, необходимо было возвести или построить, используя различные приемы и технологии, долговечное земляное сооружение, устойчивое к внешним воздействиям и способное простоять на дневной поверхности века и тысячелетия. Не исключено, что в случае крупных курганов мы имеем дело с памятниками своеобразной земляной архитектуры (Грязнов, 1961; Криштович, 1914; Наглер, 2015), которые, если мы имеем намерение использовать их как архив палеоэкологической информации, необходимо изучать как цельное земляное сооружение, которое может дать информацию о палеосреде, скрытую не только в свойствах погребенных под ним палеопочв, но и в свойствах материалов, из которых собственно и построен курган, а также ответить на вопросы о технологических приемах, использованных человеком при его строительстве. Такой подход ранее не был использован в полной мере, но, с нашей точки зрения, имеет перспективы в получении более разносторонней и достоверной информации о палеосреде прошлого.

В связи с вышесказанным, изучение погребенных черноземов четырех крупных курганов в степной зоне России, когда каждый курган рассматривается как целостная система «курганные конструкции - почвы» для различных археологических культур и длительностей хроноинтервалов по единой методике позволит выявить более достоверную картину эволюции почв и изменения природной среды в степной зоне Восточно-Европейской равнины.

**Цель работы** – проведение палеоклиматических реконструкций для периодов строительства четырех крупных курганов (5700-3000 л.н.) и определение технологических приемов, использованных человеком при их строительстве на основе изучения материалов земляных конструкций и погребенных под ними черноземных хронорядов различной продолжительности в степной зоне Восточно-Европейской равнины. Для этого были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить морфологические, физико-химические свойства, спорово-пыльцевые данные четырех педохронорядов, выявленных под изучаемыми курганами эпохи бронзы;
2. Рассмотреть изменчивость свойств черноземов в хронорядах за сравнительно длительные (700-1800 лет) и более короткие ( $\leq 100$  лет) временные интервалы;
3. Изучить морфологические, физико-химические свойства материалов курганных конструкций и сопоставить их с таковыми погребенных под ними почв;
4. На основе комплексного анализа определить источник материала и основные технологии строительства курганов;
5. Реконструировать природные условия для степной зоны Восточно-Европейской равнины в изучаемом интервале времени.

**Объектом исследования** послужили курганные конструкции и погребенные под ними почвы степной зоны Восточно-Европейской равнины (Возвышенности Ставропольская и Общий Сырт, Кубано-Приазовская низменность и Закубанская равнина); а **предметом исследования** – почвенная архивная запись палеоклиматических колебаний.

**Научная новизна.** Впервые крупные курганы эпохи бронзы изучены как цельное сооружение, несущее в свойствах погребенных под его разновременными земляными

конструкциями почв и конструкционных материалов информацию о палеосреде периодов до и во время строительства, что позволило:

- составить палеоклиматическую реконструкцию для выбранных хроноинтервалов второй половины голоцена для степной зоны России на основе анализа изменчивости свойств черноземов как в коротковременных ( $\leq 100$  лет), так и более длительных (700-1800 лет) хронорядах;
- показать, что материалы курганных конструкций являются дополнительным независимым источником почвенной информации, генерализированной для сравнительно обширной (по сравнению с площадью, занятой собственно курганом) местности вокруг кургана;
- выявить технологии строительства курганов для различных культур бронзового века.

#### **Теоретическая значимость работы.**

Изучение почв, погребенных под курганами, позволяет реконструировать историю формирования курганных сооружений, культурную хронологию и изменения условий окружающей среды, в частности, климата, растительности голоценового времени. Палеопочвоведение является междисциплинарным научным направлением и носит фундаментальный характер, так как палеопочвенные исследования направлены на познание истории развития природной среды прошлого методами естественных наук, в том числе геологии, географии, физики, химии, биологии и почвоведения. Изучение почв, погребенных под курганами, позволяет реконструировать изменения природных условий, в частности, климата, растительности голоценового времени, представить историю создания курганных сооружений, культурную хронологию и этапы освоения человеком окружающей среды. При изучении монументальных археологических памятников, каждый из которых уникален и неповторим, но в результате раскопок утрачивается безвозвратно, важно использовать методы самых разных наук и рассматривать курганное сооружение как единое целое с погребенными под ними почвами для извлечения как можно более полной информации как о культурно-историческом, так и природном фоне их создания.

#### **Практическая значимость.**

В условиях современных вызовов в связи с глобальным изменением климата важно иметь представление о цикличности и длительности климатических колебаний



былых времен с целью прогнозирования их в будущем и понимания отклика природных систем, в частности почв, на эти изменения. Сохранившиеся монументальные земляные сооружения, в частности, курганы, некоторые из которых простояли в течение тысячелетий и не разрушились, являются достоверными и уникальными источниками информации о строительных технологиях древних культур, и эти знания могут и должны быть использованы при реконструкции методов сооружения земляных археологических памятников, а также в современной ландшафтной архитектуре.

**Объекты и методы исследования.** Основным методом для изучения погребенных почв послужил метод хронорядов, когда из почв, погребенных под разновременными конструкциями одной или нескольких культур в кургане, составляется хроноряд, который дает возможность установить направленность изменчивости почвенных свойств во времени и провести палеоклиматические реконструкции на основе сравнительного анализа с современными почвами.

Все объекты исследования расположены в степной зоне Восточно-Европейской равнины. Изученные почвы, как погребенные, так и современные – черноземы различных подтипов. На территории Ставропольского края изучен курган майкопской культуры бронзового века, в Оренбургской области – курган раннего репинского этапа ямной культуры бронзового века, в Краснодарском крае изучено два кургана, где представлены новотиторовская, катакомбная и срубная культуры, все относящиеся к бронзовому веку. Для каждого ключевого участка в схожих топо-литологических условиях вблизи кургана были заложены и изучены один или два разреза фоновых (современных) почв.

Морфологические характеристики фоновых, погребенных почв и материалов курганных конструкций были рассмотрены на макро- и микроуровнях. Все почвы были описаны единообразно и классифицированы, как по классификации почв СССР и России 1977 и 2004, так и по WRB-2022.

В рамках комплексного подхода к изучению свойств почв и земляных конструкций был выполнен широкий спектр физико-химических анализов, также проведен спорово-пыльцевой анализ. Все объекты датированы археологическим методом. Лишь для двух объектов проведено абсолютное датирование радиоуглеродным методом (AMS).

**Личный вклад соискателя.** Автор принимала участие в комплексных почвенно-археологических экспедициях, где самостоятельно провела морфологическое описание и полевую диагностику почв, ландшафтное описание местности, описание курганных конструкций и отбор образцов. Автором были проведены микроморфологические исследования и некоторые физико-химические анализы. Данные были описаны и проанализированы, в том числе, с использованием статистических методов, составлены карты, схемы, таблицы, графики и иллюстрации. На основании полученных результатов была написана диссертационная работа и выпущен ряд публикаций.

**Защищаемые положения:**

1. Изменчивость климатических условий при коротковременных ( $\leq 100$  лет) и более длительных (700-1800 лет) масштабах изучаемых педохронорядов отражается в изменении морфологических, физико-химических свойств черноземов и природных ландшафтов.
2. Изменения климата в сторону засушливости и увеличения теплообеспеченности для степной зоны в целом в атлантический период голоцена (AT-3), 5700-5500 л.н.; для Кубано-Приазовской низменности и Закубанской равнины – в суббореальный период (SB-1), 4300-4200 л.н., а также более мягкие с возросшей влагообеспеченностью и менее контрастные условия в суббореальный период (SB-3), 3500-3000 л.н., для Закубанской равнины.
3. Свойства материалов разновременных земляных конструкций кургана меняются однонаправленно с таковыми в погребенных почвах, что позволяет вместе использовать их для проведения палеоклиматических реконструкций.
4. На основании макро- и микроморфологического анализа выявлены различные технологии строительства изученных курганов: метод ленточного глинобита, чередование грунтов разного состава и плотности и грубый замес.

**Степень достоверности и апробация работы.** Кандидатская диссертация основана на обработке большого фактического материала, собранного во время полевых исследований. Всего в работе изучено 24 полнопрофильных разреза и 16 разновременных земляных конструкций. Результаты работ обсуждались на двадцати российских и международных конференциях: 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM (Альбена, Болгария, 2018), Межд. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов» (Москва, 2018-2022 гг.), Межд. науч. конф-

я «Докучаевские молодежные чтения» (Санкт-Петербург, 2018, 2021, 2022 г.), European Geosciences Union General Assembly (Вена, Австрия, 2020, 2021), European Association of Archaeologists (Германия, Киль, 2021), Online Conference International Paleopedology Meeting «Paleosols and ancient societies: from early humans to the industrial revolution» (Мексика, 2021), Конф-я мол. уч. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева «Почвоведение: горизонты будущего» (Москва, 2019-2022 гг.). VIII съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации (Сыктывкар, 2022), VI Всерос. науч. конф-я (с межд. участием) «Динамика экосистем в голоцене» (Санкт-Петербург, 2022). Большая часть докладов была оценена дипломами, грамотами и признаниями результатов работы в виде предложений приоритетного опубликования в рецензируемых высокорейтинговых журналах. Работа, опубликованная в журнале Quaternary International, отмечена в международном проекте «The spotlight» («В центре внимания») журнала INQUA.

По материалам диссертации опубликовано 9 статей в рецензируемых научных журналах, индексируемые в международных базах WoS и Scopus, а также РИНЦ (в том числе 3 статьи, входящие в Q1). Личный вклад автора в публикации по теме диссертации: в работе [1] составил 1 п.л. из 1,56 п.л., в работе [2] - 0,5 п.л. из 1,2 п.л., в работе [3] - 0,3 п.л. из 1,7 п.л., в работе [4] - 0,9 п.л. из 1,3 п.л., в работе [5] - 0,4 п.л. из 1,6 п.л., в работе [6] - 0,5 п.л. из 1,7 п.л., в работе [7] - 1,0 п.л. из 1,5 п.л., в работе [8] - 0,7 п.л. из 1,02 п.л., в работе [9] - 0,2 п.л. из 2,8 п.л.

Диссертация включает введение, 6 глав, заключение, выводы, список литературы и приложения. Материалы диссертации изложены на 208 страницах, включает 68 рисунков, 7 таблиц и приложение на 15 страницах. Список литературы состоит из 210 наименований, в том числе 67 на иностранных языках.

### **Благодарности.**

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д.г.н., гл.н.с. О.С. Хохловой за ценные указания, конструктивные замечания и всестороннюю помощь при выполнении диссертационной работы, к.б.н., с.н.с. Т.Н. Мякшиной за помощь при выполнении лабораторных работ, благодарит д.и.н. профессора Н.Л. Моргунову, к.и.н. А.А. Файзуллина, А.А. Калмыкова, к.и.н. И.А. Козмирчука, Ю.В. Половинкину, к.и.н. А.Б. Белинского за помощь в проведении почвенно-археологических экспедиций, к.г.н., с.н.с. Т.Ф. Трегуб за проведение палинологического анализа, Т.В. Артамонову за

консультацию в области геоинформационных систем. Автор благодарен своей семье и друзьям за терпение и поддержку в ходе работы над диссертацией.

### Список публикаций по теме диссертации

#### *Научные статьи, опубликованные в журналах Scopus, WoS, RSCI*

1. Sverchkova A.E., Khokhlova O. S., Kalmykov A.A. Variations in the Properties of Chernozems and Paleoenvironmental Conditions in the North Caucasus in the 4th Millennium BC according to the Results of the Study of Essentuksy 1 Kurgan. *Eurasian Soil Science*. 2020. Vol. 53. №12. P.1687-1701. DOI: 10.1134/S1064229320120121. Q2. IF - 1,374. 1,56 п.л., 1 п.л.
2. Khokhlova O., Sverchkova A., Myakshina T., Makeev A., and Tregub T. Environmental trends during the bronze age recorded in paleosols buried under a big kurgan in the steppes of the Ponto-Caspian area. *Quaternary International*. 2021. V. 583. P. 83–93. DOI: 10.1016/j.quaint.2020.04.019. Q1. IF – 2,454. 1,2 п.л., 0,5 п.л.
3. Nesteruk G.V., Khokhlova O.S., Ilyina L.P., Sverchkova A.E., Sushko K.S. Paleoecological conditions of the Kuban-Azov lowland in the Bronze Age and Early Iron Age based on the study of buried soils. *Eurasian Soil Science*. 2021. Vol. 54. No. 11. P. 1644–1658. DOI: 10.1134/S1064229321110090. Q2. IF – 1,374. 1,7 п.л., 0,3 п.л.
4. Свечкова А.Э., Хохлова О.С. Эволюция почв и ландшафтно-климатические изменения в эпоху бронзы для степи Кубано-Приазовской равнины на основе изучения крупного кургана. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2021. Т. 85. № 1. С. 70-83. DOI: 10.31857/S2587556621010143 ИФ по РИНЦ – 1,422. 1,3 п.л., 0,9 п.л.
5. Khokhlova O., Sverchkova A., Morgunova N., Golyeva A., Tregub T. Paleoecology During the Creation of a Large Boldyrevo Kurgan of the Yamnaya Culture in the Southern Cis-Urals, Russia. *Tájökológiai Lapok. (Journal of Landscape Ecology)*. 2022. Vol. 20 (Suppl. 1), 91–116. <https://doi.org/10.56617/tl.3151>. Q3. IF – 0,4. 1,6 п.л., 0,4 п.л.
6. Khokhlova O., Sverchkova A., Myakshina T., Kalmykov A. A geoarchaeological study of the large early Bronze Age Essentuksy 1 kurgan in Ciscaucasia, Russia. *Geoarchaeology*. 2022. Vol.37. P. 400– 417. <https://doi.org/10.1002/gea.21897>. Q1. IF – 1,664. 1,7 п.л., 0,5 п.л.
7. Sverchkova A.E., Khokhlova O.S., Morgunova N.L., and Myakshina T.N., 2022. Big Boldyrevo Kurgan of the Early Bronze Age in the Southern Urals: Kurgan Structures,

Paleosols, and Paleoclimate Reconstruction. Eurasian Soil Science. 2022. Vol.55. №6. P. 722–733. DOI: 10.1134/S1064229322060138. Q2. IF – 1,374. 1,5 п.л., 1 п.л.

8. Sverchkova A.E.; Khokhlova, O.S. Dynamics of the Middle Holocene Paleoclimate in the Steppe Zone of the Eastern European Plain According to the Data of the Study of Soils Buried under Mounds of the Bronze Epoch. Doklady Earth Sciences. 2022. Suppl. 1. Vol. 507. pS81-S91. 11p. DOI: 10.1134/S1028334X22601274. Q2. IF – 0,633. 1,02 п.л., 0,7 п.л.

9. Kurbanova F., Makeev A., Aseyeva E., Kust P., Khokhlova O., Puzanova T., Sverchkova A., Kozmirchuk I. Pedogenic response to Holocene landscape evolution in the forest-steppe zone of the Russian Plain. Catena. 2023. 220:106675, DOI: 10.1016/j.catena.2022.106675. Q1. IF – 6,367. 2,8 п.л., 0,2 п.л.

### *Тезисы*

1. **Папкина А.Э.** Морфологические и физико-химические свойства палеопочв, их связь с изменением климата на территории южного Приуралья во второй половине голоцена. Материалы Международной научной конференции XXI Докучаевские молодежные чтения «Почвоведение – мост между науками». Под ред. Б.Ф. Апарина. СПб. 2018. С. 79–80.

2. **Сверчкова А.Э.** Погребённые почвы большого кургана Ессентукский 1 в Предкавказье и реконструкции палеоклимата в середине голоцена. Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2020».

3. **Сверчкова А.Э., Хохлова О.С.** Реконструкции палеоклимата в середине голоцена на основе исследований погребённых почв большого кургана Ессентукский 1 в Предкавказье. Почва как компонент биосферы: эволюция, функционирование и экологические аспекты. М-лы Всерос. науч. Конференции. М., Пушино: Товарищество научных изданий КМК, 2020. С. 155-156.

4. **Сверчкова А.Э.** Реконструкция палеоклиматических условий эпохи бронзы по результатам исследования конструкций больших курганов и погребённых под ними почв для Понтийско-Каспийской степи. Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2021»

5. **Сверчкова А.Э., Хохлова О.С.** Палеопочвы как материал для древних земляных сооружений. Палеоклиматическая реконструкция на основе изучения трех крупных курганов в степной зоне России. «Почвоведение. Горизонты будущего. 2021» Сборник

тезисов докладов пятой конференции молодых ученых Почвенного института им. В.В. Докучаева, посвященной 175-летию со дня рождения В.В. Докучаева. Москва, 21-24 сентября 2021 г., - М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2021. С. 119-12.

6. **Sverchkova A.**, Khokhlova O. Paleoclimatic reconstructions based on the study of structures of large kurgans of the Bronze Age and soils buried under different structures for the steppe zone of Russia. EGU General Assembly 2021, Vienna, Austria, 19–30 Apr 2021, EGU21-6170, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-6170>, 2021.

7. **Сверчкова А. Э.** Палеоклиматическая реконструкция на основе изучения почв коротковременного хроноряда, погребенных под разновременными конструкциями в большом Болдыревском кургане. Материалы Международной научной конференции XXV Докучаевские молодежные чтения «Почва – жизнь» / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2022. – 230 стр. ([http://www.dokuchaevskie.ru/wp-content/uploads/2021/07/DMH\\_2022.pdf](http://www.dokuchaevskie.ru/wp-content/uploads/2021/07/DMH_2022.pdf)).

8. **Сверчкова А.Э.** Палеоклиматическая реконструкция на основе изучения почв коротковременного хроноряда, погребенных под разновременными конструкциями в большом Болдыревском кургане. Материалы Международной научной конференции XXV Докучаевские молодежные чтения «Почва – жизнь» / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2022. 230 стр. ([http://www.dokuchaevskie.ru/wp-content/uploads/2021/07/DMH\\_2022.pdf](http://www.dokuchaevskie.ru/wp-content/uploads/2021/07/DMH_2022.pdf))

9. **Сверчкова А.Э.** Палеопочвы степных районов России, погребенные под большими курганами бронзового века, как материал для возведения монументальных сооружений земляной архитектуры. Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2022» / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, Е.И. Зимакова. [Электронный ресурс] – М.: МАКС Пресс, 2022. ISBN 978-5-317-06824-0 ([https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov\\_2022/data/section\\_24\\_25670.htm](https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2022/data/section_24_25670.htm))

10. **Sverchkova A.**, Khokhlova O. Paleoclimatic reconstruction based on studying of soils of the short-term chronosequence, buried under different constructions in the big Boldyrevo kurgan, EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, 23–27 May 2022, EGU22-4972, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-4972>, 2022.

11. **Sverchkova, A.** and Khokhlova, O.: Paleoclimatic reconstruction based on studying of soils of the short-term chronosequence, buried under different constructions in the big

Boldyrevo kurgan, EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, 23–27 May 2022, EGU22-4972, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-4972>, 2022.

Полный список опубликованных работ имеется на странице соискателя в ИАС «ИСТИНА»: <http://istina.msu.ru/profile/acha3107/>

## **ГЛАВА 1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФЛУКТУАЦИИ, ЭВОЛЮЦИЯ СТЕПНЫХ ПОЧВ И ИЗУЧЕНИЕ КУРГАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА (литературный обзор)**

Почвенно-археологические исследования являются неотъемлемой частью палеогеографических реконструкций и широко проводятся в последние десятилетия на археологических памятниках в степной и лесостепной зоне. Многочисленные данные об изучении голоценовых подкурганных палеопочв содержат в себе информацию об эволюции природной среды во второй половине голоцена (Величко и др., 2005; Алексеева и др., 2007; Алексеев и др., 2019; Демкин и др., 2004, Александровский, Александровская, 2005; Демкин, Демкина, 2003; Дергачева и др., 2000; Чендев, 2004 и многие другие). Почвы степной зоны европейской части России отличаются быстрой рефлекторностью и способны отразить как коротковременные климатические флуктуации (Хохлова, 2006, 2007), так и длительную историю естественной эволюции, которая характеризовалась сложностью и динамичностью в связи с изменением природных условий и усилением воздействия антропогенных факторов.

Погребенные почвы под археологическими памятниками изолированы от влияния внешней среды и, следовательно, погребенный почвенный профиль – это своеобразный архив, сохраняющий информацию о былых стадиях или фазах развития природной среды. Древние антропогенные сооружения – толщи земляной конструкции над курганами, оборонительными валами, выступают в роли «консерванта», предохраняющего погребенные почвы от воздействия внешней среды. В данном случае почва реализует свое свойство «почва-память», а именно сохраняет «палеоэкологическую память» и запечатывает в свойствах (минералогическом, гранулометрическом, химическом составах, морфологических особенностях и др.) информацию об условиях своего формирования (Демкин с соавт., 2013, Таргульян, Бронникова, 2019). Изучая почвы, мы заведомо понимаем, что этот природный объект является отражением климатических, литологических, геоморфологических, геохимических, биологических, гидрологических и многих других условий их



формирования и развития в виде определенных свойств и признаков. Благодаря этому, «законсервированные» палеопочвы под археологическими памятниками позволяют провести как реконструкцию эволюции почв, так и климата, растительности и других факторов педогенеза в голоценовое время (Память почв, 2008).

### ***1.1. Климатические флуктуации в степной зоне Восточно-Европейской равнины во второй половине голоцена***

Существует концепция развития природной среды и ее компонентов в «пространстве-времени». Согласно этой концепции, изменение соотношения тепла и влаги на поверхности материков происходило неравномерно, разномасштабно и разнонаправленно – метакронно, что объясняется сферической, геоидальной формой земного шара. Лучистая энергия Солнца распределяется неравномерно: большее ее количество поступает в экваториальные районы, меньшее — в полярные. Эта общеизвестная закономерность наиболее ярко выражается в законе широтной зональности, приоритет открытия которого принадлежит нашим крупнейшим ученым — В. В. Докучаеву и Л. С. Бергу (Velichko et al., 2002).

Другие ученые утверждают, что все изменения природных условий и сопутствующие этому климатические колебания, для различных регионов происходили одновременно во второй половине голоцена. Представления об однонаправленности и синхронности климатических колебаний в глобальном масштабе относят к планетарным явлениям, что подтверждается палеоботаническими и радиоуглеродными данными (Хотинский, 1977).

Две концепции имеют место быть, так как синхронный ход развития определенного природного процесса для какого-либо региона может стать метакронным для другой территории в случае большого объема накопленных данных, а в другом случае частные различия по мере расширения пространственных границ за счет исключения второстепенных показателей могут предстать синхронными тенденциями (Velichko et al., 2002).

В настоящее время существует несколько схем периодизации голоцена. Один из новых вариантов был предложен Международной комиссией по стратиграфии в 2016 году, в котором выделяется три стадии голоцена: Гренландский ярус (от начала голоцена – с 11700 л.н. по 8200 л.н.), Северогриппианский ярус (8200-4200 л.н.),

Мегхалайский ярус (4200 л.н. по настоящее время) (Walker et al., 2012). Более стандартной схемой, на которую опирается большинство ученых по сей день, является схема Блитта-Сернандера — последовательность климатических периодов Северной Европы позднего плейстоцена и голоцена, основанная на исследованиях торфяных болот (История климата, 1979). Данная схема более удобна в использовании, в частности, для палеопочвоведов, в связи с более дробным разделением голоцена на периоды, которым соответствуют те или иные изменения климата или окружающей среды. Возможно, эти периоды имели не такой глобальный и долгосрочный характер, но тем не менее являются важными для изучения современных трендов климатических колебаний.

Из-за имеющихся противоречий между практикой и теорией проведения палеогеографических исследований, а также использованием различных типов периодизации, изучения различных объектов с разным откликом (почвы, споры, торф и т.п.), дискуссионными остаются подходы к проведению палеореконструкций условий среды и климата. Большинство реконструкций произведены на основании спорово-пыльцевого метода (Gerasimenko, 1997; Kremenetsky et al., 1998, Prikhodko et al., 2018; Спиридонова, 1991), в то время как другие авторы брали за основу палеопочвенные данные (Ахтырцев, Ахтырцев, 1990, 1994; Чендев, 2016; Сычева, 2011; Память почв, 2008; Лисецкий, 2016). Всё это привело к значительным разногласиям, как в глобальных, так и региональных схемах палеореконструкций климатических колебаний для второй половины голоцена в степной полосе Евразии (таблица 1). Ряд исследователей дали противоречивые выводы. Например, обзор существующих схем палеоклиматических реконструкций, охватывающих вторую половину голоцена (последние 5000-6000 лет), показал:

1. По имеющимся данным (Демкин, 1997, Иванов, 1992) на юге Русской равнины первый и второй этапы атлантического периода были влажнее или даже наиболее влажным в голоцене, тогда как в работах (Александровский, 2002, Чендев, 2004; Спиридонова, 1991) приводятся факты в пользу существования сухих климатических условий в этот период. Так, первый этап атлантический период, по мнению многих авторов (Чендев, 2004; Спиридонова, 1991, Александровский, 2002) характеризуется как термический максимум с преобладанием засушливых климатических условий, как в степной, так и в лесной зонах Восточно-Европейской

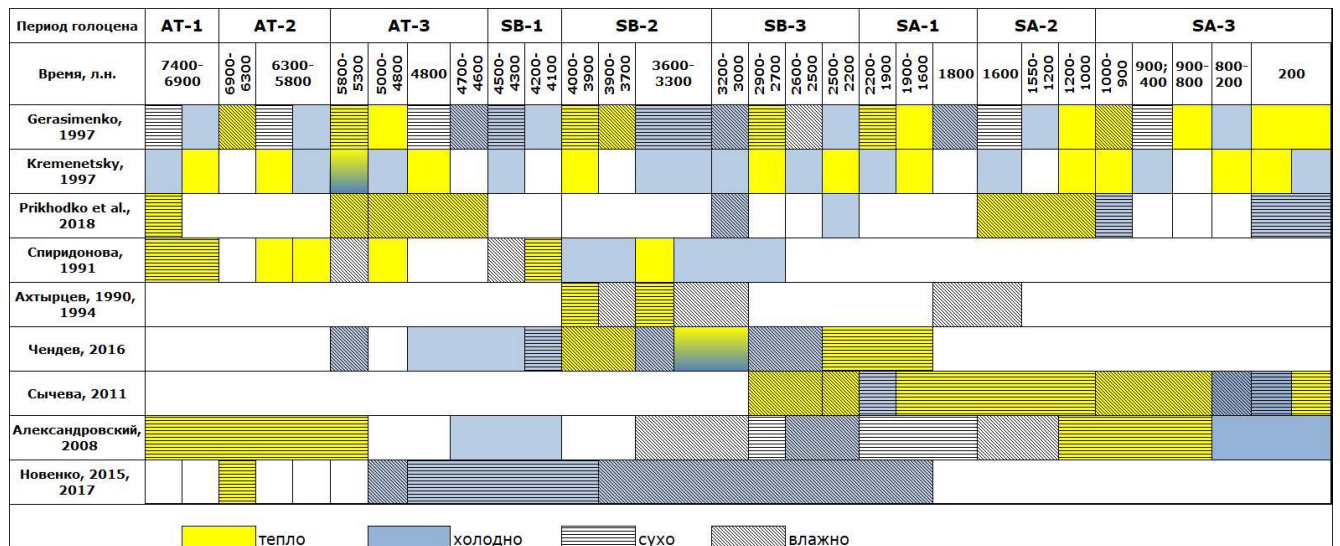
равнины. В период 6500-6200 л.н. климат становился менее аридным с более оптимальными температурами и количеством осадков. Палинологические данные (Шпуль, Нестерова, 1991) указывают на то, что около 6100 л.н. и до начала суббореального периода происходило обезлесивание речных долин в связи с аридизацией климата. Согласно палеопочвенным и палинологическим исследованиям в степной зоне Восточно-Европейской равнины бронзовый век характеризовался засушливыми климатическими условиями. Переход от атлантики к суббореалу (5500-5000 л.н.) фиксируется похолоданием и увеличением количества атмосферных осадков (Спиридонова, 1991). Период 4800-4300 л.н. характеризовался направленным похолоданием климата, приведшим к сдвигу природных зон к югу (Чендев, 2005; Спиридонова, Алешинская, 1999).

2. Суббореальный период является временем резких климатических колебаний (Величко и др., 1997). По данным палинологии и почвоведения в это время начинается увлажнение климата и наступление леса на степь, что прямо противоположно схеме Блитта-Сернандера, в которой суббореал описывается как засушливый отрезок времени (Демкин, 1997, Серебрянная, 1976). В первой половине суббореального периода (SB-1 (~4500-4100 л.н.)) отмечается фаза максимального обезлесивания - похолодание вызвало сокращение распространения широколиственных лесов и увеличения доли березовых и сосновых пород (Хотинский, 1977; Александровский, 1983, Чендев и соавт., 2016). Повсеместно на территории Восточно-Европейской равнины отмечается похолодание с различной степенью увлажненности для разных природных зон. По данным Спиридоновой (1991) интервал с  $4170 \pm 100$  л.н. по  $3970 \pm 160$  л.н. характеризуется как наиболее засушливый в течение всего голоцена, что привело к смещению зон к северу и наступлению полупустыни на степь (Демкин с соавт., 2013). Засушливость климата сменилась этапом увлажнения (4000 л.н.), и количество осадков в степных регионах увеличилось, в промежутке 3900-3500 л.н. злаково-разнотравные степи сменились лесостепными ландшафтами (Ахтырцев, Ахтырцев, 1994). В конце суббореального периода (3400-2500 л.н.) отмечаются частые климатические флуктуации увлажненности климата – коротковременная аридизация сменялась похолоданием и увеличением увлажненности, и наоборот. На рубеже суббореала и субатлантики отмечается начало второго многовекового ритма на территории Восточно-Европейской равнины (2800–2500 л.н.) связанное с похолоданием

и повышением увлажненности климата в конце суббореального периода при переходе к субатлантическому (Сычева, 2011).

3. В субатлантический период голоцена большинство авторов реконструируют похолодание и увлажнение климата, однако по схеме (Герасименко, 1994) это время выделяется как засушливое. Демкин В.А. с соавторами (2013) уточняет, что в регионе сухих степей хроноинтервал 2400-2300 л.н. выделялся самыми засушливыми климатическими условиями. Пик относительно засушливого эпизода под названием скифо-сарматский аридный период произошел в интервале 2300–1800 л.н. (Александровский с соавт., 2011; Память почв, 2008; Колода, 2014), по мнению других авторов этот период охватывал другие временные рамки – с 2500 по 1700 л.н. (Chendev et. al., 2017). В интервале 1300-800 л.н. отмечается малый климатический оптимум, который после рубежа 1000 лет остается теплым, но с повышенным увлажнением (Сычева, 2011; Память почв, 2008). Также стоит не забывать о возросшем антропогенном влиянии за последние две тысячи лет, которое усложняет достоверную реконструкцию климата (Новенко, 2014).

Таблица 1. Палеоклиматическая реконструкция для второй половины голоцена (составлена Курбановой Ф.Г., 2021)



Результаты палеопочвенных исследований для территории Восточно-Европейской равнины неоднозначны и не позволяют составить четкой палеоклиматической картины развития природной среды. Рассматривая каждый период второй половины голоцена, основываясь на литературные данные, мы будем сталкиваться с разногласиями авторов (таблица 1).

Для преодоления этих и многих других противоречий предложен специальный подход (Хохлова, Хохлов, 2006), когда почвы под курганами, принадлежащими к одной культуре или ее этапу, рассматриваются как коротковременной хроноряд, охватывающий около 100-200 (не более 500) лет, а время между датами погребения соседних в хроноряду почв составляет <100 (а чаще – <50) лет, что дает возможность четко установить направленность изменчивости изученных почвенных свойств и провести палеоклиматические реконструкции обоснованно и достоверно, то есть, на пределе временного разрешения почвенной записи.

Таким образом, при изменении климатических показателей самое меньшее время, за которое в почве можно было бы визуальными, химическими, инструментальными и другими методами зафиксировать изменения ее свойств в изучаемой степной зоне в зависимости от направленности изменений климатических условий, – это 25-50 лет. Поэтому, изучение свойств палеопочв в представительном хроноряду, где все палеопочвы принадлежат одной и той же археологической культуре, сводит к минимуму вероятность ошибки при проведении палеоклиматических реконструкций, что и было неоднократно продемонстрировано при изучении конкретных курганных могильников (Хохлова, 2007). Такой подход был использован уже на двух десятках монокультурных курганных могильников в степной зоне России (Южное Приуралье и Зауралье, Северный Кавказ, Ставропольская возвышенность) и позволил получить обоснованные выводы о палеоклиматических условиях изучаемых эпох (Моргунова и др., 2009, 2010; Хохлова и др., 2007, 2008; Хохлова, Гольева, 2010; Юстус и др., 2009; Khokhlova and Khokhlov, 2011).

### ***1.2. Эволюция степных почв Восточно-Европейской равнины во второй половине голоцена***

Термин "эволюция почв" понимается нами как синоним развития почв, включая как постепенные плавные, так и быстрые, скачкообразные изменения почв. В данной работе объектом исследования являются погребенные почвы, рассмотренные на различных этапах изменения их состояния.

Представления об эволюции почв формировались на протяжении всех этапов, соответствующих периодизации истории почвоведения (Крупеников, 1981). Выделяется три этапа развития представлений об эволюции почв:

1. 1880-1920 гг. – первый этап, в котором В.В. Докучаевым, Н.М. Сибирцевым, К.Д. Глинкой и П.С. Коссовичем были разработаны принципиальные положения об эволюции и возрасте почв. Уже на этом этапе разделились мнения к подходам изучения развития почв и оценке их современного состояния: актуалистический и историко-эволюционный подход (Иванов, 1992).

2. На втором этапе (1920-1960 гг.) сравнительно-географические исследования сочетались с химико-аналитическим изучением почв. В 1956 году Б.Б. Польшовым был разработан генетический анализ почвенного профиля, как одна из многих эволюционных концепция этого этапа. Тормозило изучение эволюции почв отсутствие прямых методов датирования, а также слабая изученность палеогеографии плейстоцена и голоцена (Иванов, 1992).

3. С 60-ых годов начался третий этап, который связан с применением радиоуглеродного и археологического датирования почв, микроморфологических и новых химико-аналитических методов. На данном этапе происходит сближение двух подходов изучения развития почв. Широкое распространение получают сравнительно-хронологические исследования. На третьем этапе исследований знания об эволюции почв становятся все более точными, предположения в значительной мере заменяются фактами. Это связано, с одной стороны, с углублением теоретических понятий и терминов, с рассмотрением эволюции почв в неразрывной связи с развитием ландшафтов и биосферы и, с другой стороны, с совершенствованием методов изучения эволюции и возраста почв (Иванов, 1992).

За последние 20 лет представителями естественных наук исследовано множество археологических объектов и по результатам работ опубликованы статьи, что говорит об актуальности и значимости данной области изучения. Обзор существующих работ по археологическому почвоведению позволяет сказать, что в конце XX-начале XXI вв. были заложены фундаментальные основы изучения эволюции и возраста почв, проведения реконструкций палеоклимата, обозначен огромный спектр методов, которые возможно использовать при такого рода работах, а также рассмотрены ограничения и особенности работы с почвами, долгое время находившимися в законсервированном состоянии, то есть отделенных от влияния окружающей среды.

Проведено множество исследований палеопочв в степной зоне России на конкретных археологических памятниках. Особенно интенсивно подобные

исследования ведутся в последние десятилетия, что позволяет получать всё большую информацию об эволюции природной среды во второй половине голоцена. Курганные могильники широко распространены на территории степной зоны в различных регионах России.

Эволюция черноземов степной зоны во второй половине голоцена в основном выражалась в увеличении или уменьшении мощности гумусового профиля и содержании гумуса, а также в смене глубины выщелоченности от карбонатов, что очевидно, зависело от увлажненности климата. Отмечается (Память почв, 2008; Хохлова, 2005; Хохлова с соавт., 2019; Демкин с соавт., 2013), что свойства степных почв способны меняться за сравнительно короткий промежуток времени (100-200 лет), и при неоднократных климатических колебаниях во второй половине голоцена почвы претерпевали различные изменения. Варианты эволюции почв, как по направленности, так и по интенсивности изменения свойств почв были различными. В дальнейшем, при накоплении палеогеографических, палеопочвенных и палеоботанических данных, возможно, будет решен вопрос о различных стадиях эволюции степных черноземов.

Обзор литературных данных показывает, что во второй половине голоцена происходили частые смены климатических условий – похолодания, потепления, снижение или повышение атмосферного увлажнения. Как следствие, почвы реагировали на смену природных условий и происходили сдвиги границ почвенных подзона.

В условиях низкой увлажненности и повышения температур происходило смещение подзон к северу. Происходила трансформация почвенного покрова и свойств почв. Аридизация климата приводила к возникновению языковатости гумусового горизонта, засоленности всего профиля, высокому залеганию в профилях почв карбонатов и гипса, осолонцованности всего профиля, преобразованию обыкновенных черноземов в южные, каштановых почв в каштановидные полупустынные почвы. Начало аридизации фиксируется в 2-ой пол. IV – 1-ой половине III тыс. до н. э. и достигает максимума во второй половине III тыс. до н.э. (Иванов, 1992; Александровский 1983; Чендев, 2005; Хотинский, 1977, Демкин с соавт., 2013, Чендев с соавтор., 2016, Alexandrovskiy et al., 2000, Хохлова, 2008).

В первой половине II тыс. до н.э. на территории восточноевропейских степей фиксируется гумидизация климата, приведшая к трансформации почв на уровне типа (Демкин, 2013), которая с течением времени усиливалась и привела к смене степных

ландшафтов на лесостепные на границе степи и лесостепи (Ахтырцев, 1994). В черноземах резко уменьшилось содержание карбонатов кальция в гумусовом горизонте за счет вымывания легкорастворимых солей и гипса, возросло содержание гумуса и мощность гумусового горизонта. В целом, происходило рассоление и выщелачивание почвенных профилей, также усиливалась зоотурбация (Чендев, 1999, Хохлова, 2019).

В интервале 2600–1600 л.н. небольшие климатические флуктуации приводили к эволюционным преобразованиям каштановых палеопочв и солонцов на уровне типа, рода и вида. (Демкин с соавт., 2013). В скифское время (2500-2300 л.н.) по данным (Чендев, 1999) изучения почв Белгородских степей, профиль степных черноземов имел схожий облик с современными аналогами. Исключением является высокий уровень залегания карбонатов, что связано либо с сохранившимися карбонатами аридных периодов, либо с быстрой реакцией карбонатов на кратковременное уменьшение количества осадков в скифское время (Чендев, 1999).

В позднеатлантический период по сравнению с суббореальным почвы характеризовались большей прогумусированностью, а также им свойственно было большее содержание гуминовых кислот, что привело к формированию зернистой структуры и хорошей микроагрегированности. Относительная увлажненность климата также обусловила преобладание миграционных форм карбонатов, промытость почвенного профиля от легкорастворимых солей и гипса (Иванов, 1992).

Иванов И.В. и другие (2015) выделяют 3 основных периода климатической эволюции автоморфных черноземов за последние 5000 лет:

- 4200-3700 л.н. – континентальный аридный период, в который происходило уменьшение среднегодового количества осадков на 100-150 мм и смещение границ зон-подзон к северу на 500-100 км. Почвенный профиль претерпевал экологический кризис и отпечатал в своем облике признаки подтягивания карбонатов, гипса, легкорастворимых солей, солонцеватости, деградации гумусового горизонта.
- 3700-2500 л.н. – гумидный период с атмосферным увлажнением на 50 мм/год выше современного, приведший к приросту мощности гумусового горизонта до 30 %.
- 2500-0 л.н. – переходящий период от гумидного к оптимальному. Останавливается нарастание мощности гумусового профиля, но при этом происходит



накопление в нем органического вещества, отмечается колебательное уменьшение карбонатов и гипса в верхней части профиля.

Таким образом, на территории Восточно-Европейской равнины во второй половине голоцена отмечаются частые климатических колебания, которые у разных авторов приурочены к различным временным интервалам и имеют разную интерпретацию. Дискуссионными остаются вопросы интерпретации и палеоклиматические реконструкции для различных периодов голоцена, в некоторых случаях в связи с малым количеством памятников, а в других – из-за различий в датировке, методах их исследования и подходах разных авторов (Хохлова, 2008). Также, остается ряд вопросов, как к этапам эволюции почв, так и к реальным временным пределам, за которые может трансформироваться почвенный профиль и произойти сдвиг зон и подзон. В заключение, отметим, что для получения ясных и достоверных представлений об эволюции почв и климатических колебаниях должен быть разработан единый план и методология работы с палеообъектами.

### ***1.3. Изучение курганных конструкций второй половины голоцена***

Определение термина «курган» неоднозначно. В археологической литературе преобладает мнение, что курган – это насыпь земли над могилами. И хотя еще в начале шестидесятых годов прошлого века археологом Грязновым (1961) было сформулировано положение о том, что курган — это разрушившееся древнее архитектурное сооружение, но археологические раскопки без учета этой идеи ведутся и по сей день. Археолог Наглер (Nagler, 2013) считает, что курган является погребально-ритуальным комплексом, состоящим из связанных в единое целое трех частей: 1) захоронений, кладов, жертвенных комплексов; 2) построенных над ними сооружений, порой сложных и монументальных, являющихся своеобразными памятниками архитектуры; 3) территории, прилегающей к сооружению, или курганной периферии, которая содержит рвы, поминальные комплексы, могилы, артефакты, культурные остатки, связанные как со строительством комплекса, так и с проводившимися здесь ритуальными действиями.

В международной литературе структура крупных курганов изучалась дольше, чем в России, с использованием комплексного геоархеологического подхода, включающего микроморфологический анализ (Courty et al., 1989; Cromeens, 2005; Macphail, Goldberg,

2010; Macphail et al., 1990 и многие другие). Было показано, что тщательный геоархеологический анализ кургана во многом способствует пониманию процессов строительства и использования курганов, а также приносит новые способы исследования социальных, политических, экономических и даже ритуальных моделей и процессов (Ortmann and Kidder, 2013). С одной стороны, накопленный опыт полезно применить при исследовании российских курганов, а с другой стороны, изучение новых курганов в обширной степной зоне Евразии может помочь оценить сложность и разнообразие памятников земляной архитектуры в мире и обогатить эту отрасль геоархеологии. Это исследование является важным вкладом в растущую международную литературу по использованию глиняных материалов для создания долговечных памятников.

Традиция возведения кургана над могилой возникла примерно 6000 лет назад среди племен эпохи неолита (Корневский, 2012) и быстро распространилась практически по всей Евразии. Из всех памятников археологии курганы являются самыми многочисленными как в европейской, так и в азиатской части Большой степи, и за прошедшие с момента их сооружения тысячелетия стали естественной частью степных ландшафтов. Традиционно считается, что курганы возводились из земляного материала, в произвольном (хаотичном) порядке насыпанного над могилой умершего, при этом материал мог браться из рва, непосредственно примыкающего к кургану, либо с некоторой территории, но также расположенной вблизи кургана (Borisov et al. 2019; Mozolevskiy et al., 2005). Однако, совсем немногие археологические культуры использовали такой прием при строительстве курганов (Mozolevskiy et al., 2005), и такие курганы имеют небольшие размеры. При возведении крупных монументальных курганов высотой более 2-3 м и диаметром от нескольких десятков до первых сотен метров, использовались более сложные строительные технологии с целью укрепления сооружения и придания им достаточной прочности для сохранности в течение тысячелетий. В таких курганах отмечаются различные конструкционные элементы: «кирпичи» из перемешанного почвенного или лёссового материала, дерновые блоки, вырезанные из верха гумусового горизонта целинной черноземной почвы, обмазки из речного ила, обкладки, включение антропогенного материала и другие (Хохлова, Наглер, 2020; Borisov et al. 2019; Krivosheev et al., 2014). По последним работам на примере Большого Синташтинского кургана выявлены не только блоки, вырезанные с

поверхности окружающих ландшафтов (Плеханова, 2018), а также дано описание как минимум четырех типов замесов строительных кирпичей, использованных в различных частях сооружения. Вместе с тем, по данным зарубежных исследователей, когда в земляной конструкции не удастся вычленить блоки, вырезанные целиком из определенных почвенных горизонтов, для познания происхождения земляного материала результаты химических анализов помогают мало, на первое место выходит микроморфологический метод (Camma, 2018; Friesem et al., 2017).

В настоящее время при раскопках различных курганов в степной зоне России палеопочвоведы проводят исследования с целью палеоклиматических реконструкций или антропогенного влияния древних людей на природные ландшафты посредством различных методов. Основным объектом являются погребенные почвы под археологическими сооружениями, материал же самого кургана изучается очень редко (Плеханова, 2018; Borisov, 2019; Александровский и др., 2004; Баженов и др., 2013; Плеханова и др., 2005; Юминов и др., 2017; Borisov et al., 2019; Khokhlova, Nagler, 2020). В зависимости от региона, археологической культуры и назначения, курган имел различный облик и строился с применением той или иной техники и материала. Также, в зависимости от применяемой технологии возведения памятника его морфология и особенности строительства не всегда будут видны на полевом этапе, в некоторых случаях описать и понять структуру кургана будет затруднительнее без детального исследования. Поэтому для научно обоснованных выводов о применяемых приемах, материалах и методах строительства курганов в настоящее время широко используется микроморфологический подход. Микроморфологический метод позволяет зафиксировать следы перемешивания материала, его трамбовки, использования воды, растительности, аллювиальных отложений и любого антропогенного материала, использовавшегося при строительстве памятника. На микроуровне можно проследить динамику строительных приемов для одного кургана, если он строился представителями различных культур или за какой-то длительный период времени.

Одни из первых микроморфологических исследований земляных сооружений проводились в засушливых регионах и были сосредоточены в основном на изучении характеристик стен и полов домов древних поселений, которые были обнаружены в полевых условиях (Matthews, 1995; Matthews et al., 1996; Matthews et al., 1997; Stordeur and Wattez, 1998; Hourani, 2003; Karkanis and Efstratiou, 2009; Hubbard, 2010; Karkanis

and Van de Moortel, 2014). Хорошо изучены засушливые и полусухие районы эпохи неолита и начала бронзового века, так как земляные сооружения в этих регионах лучше сохранялись. Напротив, в регионах с умеренным климатом, особенно в период бронзового и раннего железного века, исследований гораздо меньше. В связи с активной сельскохозяйственной деятельностью в степных регионах большое количество курганов было уничтожено распашкой, а кроме того, разграблено.

В ряде работ исследование курганных конструкций предпринималось с целью установить вещественный состав и строение земляных памятников (Зданович и др., 1984; Александровский и др., 2004; Баженов и др., 2013; Плеханова и др., 2005; Юминов и др., 2017; Borisov et al., 2019), а также получить информацию о технико-технологических приемах, использованных древними людьми для создания этих величественных памятников не только археологии, но и древней архитектуры (Наглер, 2015; Хохлова и др., 2017; Khokhlova, Nagler, 2020).

Поскольку курганная конструкция после возведения подвергается воздействию природных факторов, момент экспонирования на дневной поверхности земляного сооружения может рассматриваться как «нуль-момент» для начинающегося почвообразования, а сам материал – как субстрат, который служит материнской породой для новообразованных почв. При этом пространственные серии разновозрастных почв, формирующихся на земляных насыпях, отождествляются с последовательными стадиями их развития во времени, на основе которых выстраиваются модели педогенеза различной длительности (Геннадиев, 1990; Голеусов, Лисецкий, 2009; Лисецкий, Голеусов, 2002). В таком подходе авторы редко упоминают о мощности земляных сооружений, а мощность профилей новообразованных почв по их данным не превышает 30-50 см. Очевидно, что курганные конструкции, чья мощность больше указанных величин, не прорабатываются современным почвообразованием на всю глубину и полностью сохраняют структуру и свойства, приданные им древними строителями.

Также геоархеологические исследования курганов могут включать сопоставления почв, сформированных на курганной конструкции с почвами, погребенными под курганом с целью познания различий почвообразования: бывшего – погребенная почва и современного – почва на кургане (Barczi et al., 2006; Joo et al., 2007; Невидомская, Ильина, 2009). Однако здесь надо иметь в виду, что почва на искусственном повышении

рельефа, каковым является курганная конструкция, неадекватно отражает условия современного почвообразования в степной зоне вне повышения.

Таким образом, курганные сооружения являются свидетелями особенностей развития той или иной культуры, а сохранившиеся монументальные курганные сооружения – достоверный источник информации по изучению строительной деятельности различных эпох. Изучив технологию строительства кургана, выявив материал, подсчитав его количество: бревен, камней, дерна, земли, следов обработки дерева и камня, речных отложений, различных добавок или примесей в строительные материалы, можно представить уровень развития строительного дела у народов былых времен и его динамику.

Время возведения всех изученных в нашей работе курганов, согласно археологическим данным, соответствует доминированию различных культур эпохи бронзового века (ямной, майкопской, катакомбной, срубной).

Археологи выделяют три этапа бронзового века: (Киселев, 1966)

1. Ранний бронзовый век (рубеж IV и III тыс до н.э.);
2. Средний бронзовый век (вторая половина III – первая половина II тыс. до н.э.);
3. Поздний бронзовый век (рубеж II и I тыс. до н.э.).

Эпоху энеолита сменила эпоха раннего бронзового века в связи с появлением новых технологий обработки металлов, новых оружия и орудий труда.

В это время формируется новая область производства бронзы, известная как, Циркумпонтийская металлургическая провинция (ЦМП). Она охватывала огромные территории: от побережий Черного моря до Приуралья, юго-западный Иран, Месопотамию, Эгею, Палестину.

К локальным металлургическим центрам приурочены определенные археологические культуры: Троя I (Малая Азия); культура Озеро (Северо-Восточные Балканы и бассейн Дуная); Куро-аракская культура (Закавказье, восточная Анатолия, северо-западный Иран, Дагестан, Чечня, Ингушетия и части Северной Осетии); Майкопская культура (Северный Кавказ); Ямная культура (степная полоса от Южного Приуралья и Прикаспия до Нижнего и Среднего течения Дуная).

В среднем бронзовом веке ямная культура сменяется катакомбной, майкопскую культуру сменяют памятники населения северокавказской общности. Активными

темпами шел процесс классовобразования, поэтому встречается большое количество богатых памятников, «царские» могилы с серебряными и золотыми украшениями и сосудами.

На рубеже II - I тыс. до н.э. произошел распад ЦМП, что привело к смене типа хозяйства на хозяйственно-культурный, в основном, пастушеское скотоводство. Смена типа хозяйства повлияло и на формирование новых провинций и культур. Металлургические центры объединились в провинции: Европейскую, Евразийскую, Центрально-азиатскую и Кавказскую.

На время существования ямной и майкопской культур приходится так называемая эпоха суббореальной аридизации. Археологи полагают, что именно в ямном обществе впервые для социальных отношений сложилась племенная структура и выделилась эгалитарная верхушка общества. То есть, впервые фиксируется социальное расслоение общества, так как для элиты сооружаются особо крупные курганы, а в погребениях фиксируется гораздо более богатый инвентарь. Население более раннего (репинского) этапа в основном жило еще оседло, к настоящему моменту раскопано несколько крупных поселенческих памятников (Моргунова и др., 2014), а курганов этого времени обнаружено и изучено незначительное количество, и все они до недавнего времени раскапывались без участия представителей естественных наук.

Поскольку ямная культура появилась сразу на очень большой территории от Дуная до Урала, одним из главных объединяющих факторов, помимо прочего, явились природно-климатические условия и развитие культуры именно в степных пространствах, способствовавших активным контактам и подвижности населения (Мерперт, 1974). Выработка и распространение кочевого типа скотоводческого хозяйства способствовало освоению новых пастбищ в глубинной степи и увеличение стад, изменению состава стада с преобладанием животных, способных к перекочевкам. Поэтому география расположения курганов сходна с маршрутами сезонной миграции и перекочевок племен (Демкин, 1997).

Палеоэкологический кризис 2-й пол. III тыс. до н. э., приведший к опустыниванию ландшафтов, сказался и на хозяйственном укладе племен катакомбного времени, обусловив их переход к подвижному пастушескому скотоводству (Курбанова, 2021).

В период позднего этапа бронзового века были распространены племена срубной культуры. Они заселили большие площади от Урала до Днепра – с востока на запад, от Оки до Каспийского моря – с севера на юг. Благодаря благоприятным климатическим условиям представители срубной культуры распространялись на большие площади, увеличивалась их численность и, как следствие, возросло количество памятников. На всей этой огромной территории у срубных племён был один и тот же социально- и экономико-культурный тип, но достаточно четко выражалась иерархия, которые отразились в особенностях захоронений. Богатые захоронения представляли собой крупные курганы, в строительстве которых могло быть задействовано от 100 до 200 человек, т.е., люди, находящиеся в экономической зависимости от богатого клана. На закате эпохи бронзы, в связи с общим похолоданием на обширной территории от Поднепровья до Приуралья, резко сокращается количество памятников срубного времени (Археология Волго-Уралья, 2021).

## ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИЙ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились на территории Оренбургской области, Краснодарского и Ставропольского краев в пределах Восточно-Европейской равнины (рисунок 1). Ключевой участок «Ессентукский I» расположен в границах Ставропольского края в черте города-курорта Ессентуки. На территории Оренбургской области был исследован ключевой участок «Болдырево IV», расположенный у с. Болдырево в Ташлинском районе.

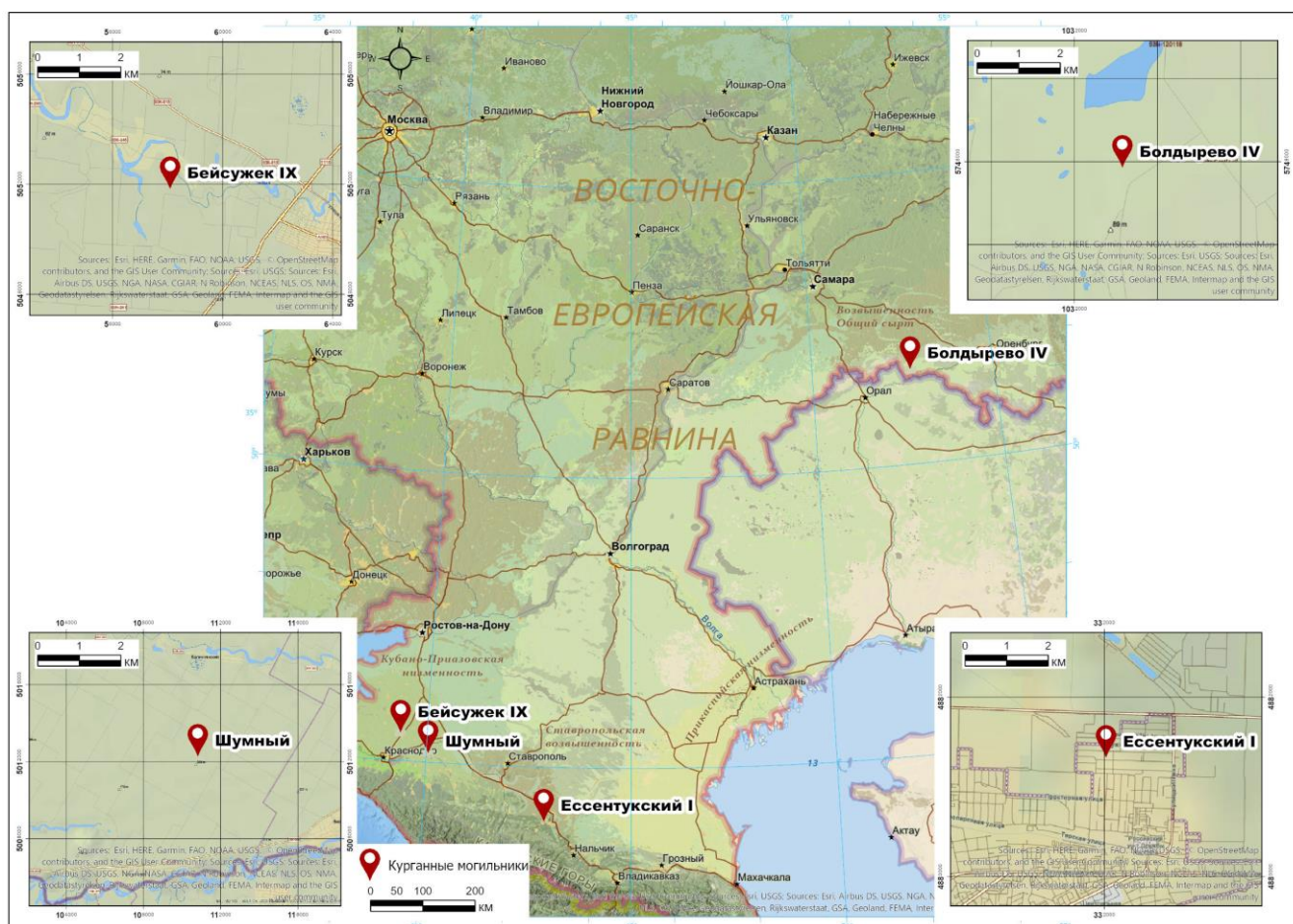


Рисунок 1. Карта расположения объектов. Бейсужек IX (новотиторовская и катакомбная культура, 4500-3800 л.н.), Шумный (катакомбная и срубная культура, 4800-3000 л.н.) – Краснодарский край, Болдырево IV (ранний этап ямной культуры – 5500-5400 л.н.) – Оренбургская область, Ессентукский I (майкопская культура, 5700-5500 л.н.) – Ставропольский край.



Ключевой участок «Бейсужек IX» расположен вблизи города Кореновск Кореновского района Краснодарского края. Ключевой участок «Шумный» расположен в Усть-Лабинском районе, в центре степной части Краснодарского края, недалеко от ст. Тенгинская.

## 2.1. Геологическое строение и рельеф

### *Ключевой участок Эссентукский I, Ставропольский край*

Город-курорт Эссентуки расположен в южной части Ставропольского края, у северных острогов Главного Кавказского хребта, в 200 км от г. Эльбрус, на равнинном предгорье Скалистого хребта на высоте 600-640 метров над уровнем моря, в зоне формирования минеральных вод (рисунок 2). Рельеф местности представлен холмистой безлесной равниной, местами изрезанной небольшими балками по долинам рек. Территория входит в район Кавказских Минеральных вод, который расположен в пределах смыкания Ставропольской возвышенности и северных склонов Большого Кавказа (Дронов, Ром, 2007).

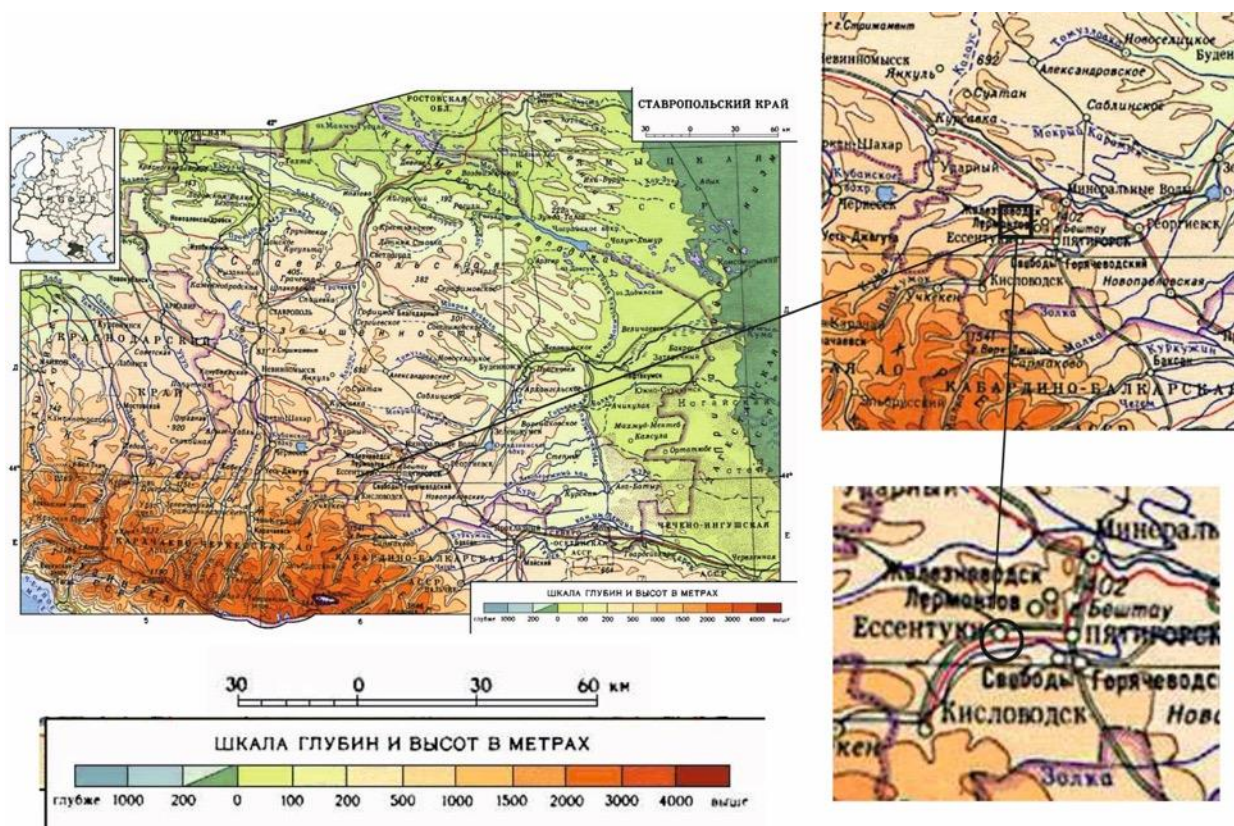


Рисунок 2. Физико-географическое положение кургана Эссентукский I М 1:300 000.



### *Ключевой участок Болдырево IV, Оренбургская область*

Ключевой участок Болдырево IV, относящийся к территории Оренбургской области, расположен на самом востоке Русской плиты, части древней Восточно-Европейской платформы, в пределах возвышенности Общий Сырт, которая представлена пластово-ярусной равниной с останцами поверхностного выравнивания (рисунок 4). Возвышенность Общий Сырт является результатом молодого тектонического поднятия и эрозионной деятельности рек. На этой возвышенности водораздельные пространства плоские, с грядами останцов в виде острых или плосковершинных "шишек" — шиханов, а склоны долин изрезаны балками и оврагами (Башенина, 1948).

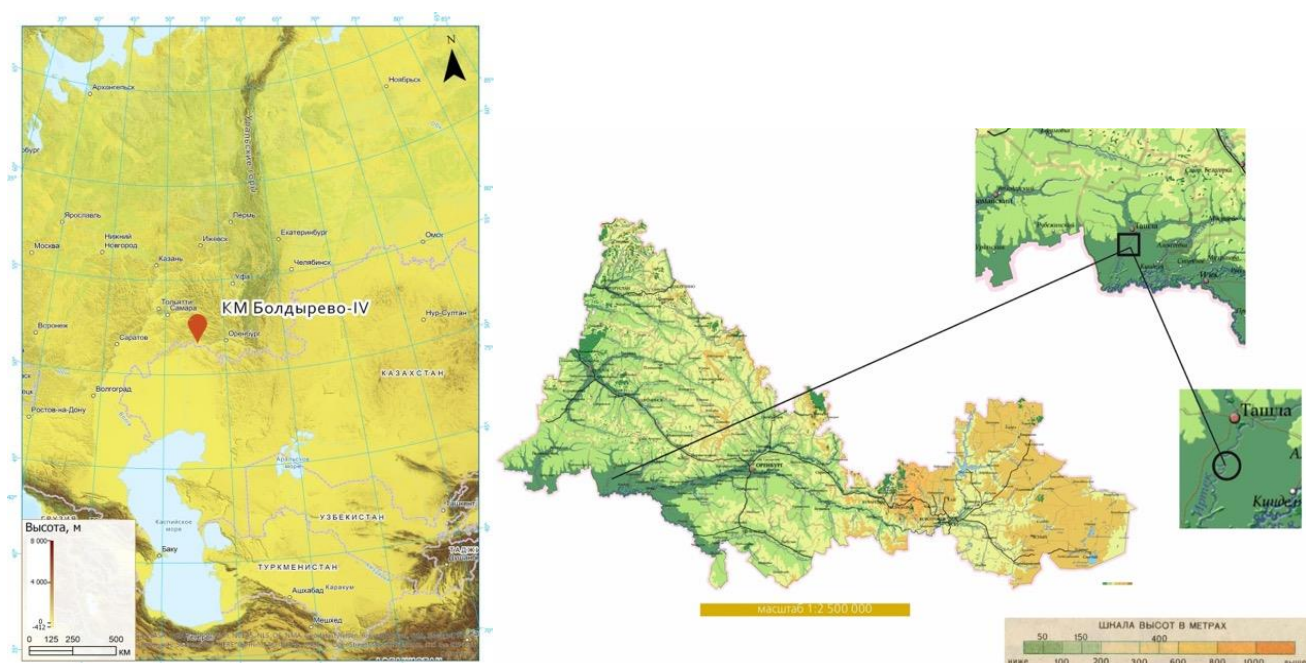


Рисунок 4. Физико-географическая карта Оренбургской области М 1:2 500 000 (<http://orenpriroda.ru>).

Территория Оренбургской области географически расположена в области смены равнинного рельефа на высокогорный, благодаря чему имеет очень сложное и неоднородное геологическое строение. Ее территория охватывает юго-восточную часть Восточно-Европейской платформы, северо-восточную часть Прикаспийской синеклизы, Предуральский краевой прогиб и все структурные элементы складчатой части Южного Урала. Для территории области характерна зональность в геологическом строении, что также определяется рельефом местности (рисунок 5).



аргиллитами. Мощность протерозойских отложений на Русской платформе достигает 855 м. Отложения нижней перми, в котором выделяются ассельский, сакмарский и артинский ярусы представлены известняками. Кунгурский ярус, мощностью 1 км, содержит каменные и калийные соли ангидритов и гипса. Верхнепермские отложения состоят в основном из терригенных пород (песчаников, конгломератов, аргиллитов), на поверхность чаще всего выходят красноцветные песчаники, конгломераты, аргиллиты татарского яруса, которые характерны для Общего Сырта на крутых правобережьях основных рек. Слои морских отложений (известняки, доломиты, соли ангидритов и гипса) отмечаются только в казанском ярусе. Общая мощность пермских отложений достигает 5800 м (Чибилев, 1995; Чибилёв и др., 2000).

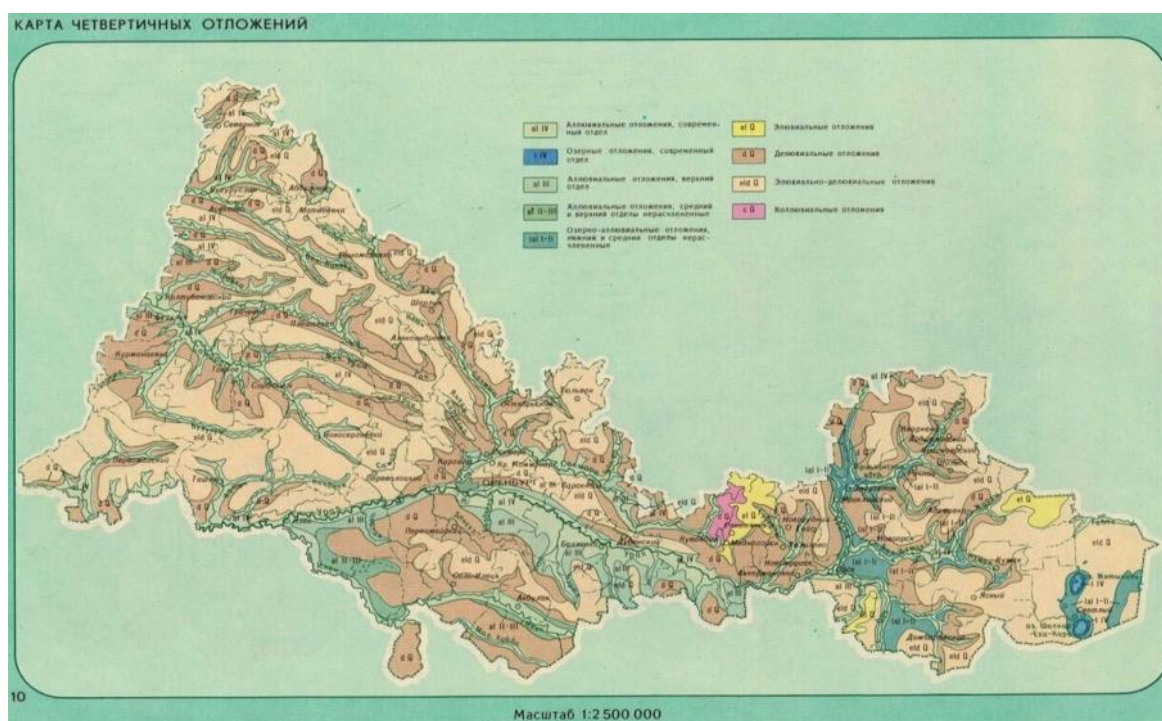


Рисунок 6. Карта четвертичных отложений Оренбургской области М 1:2 500 000 (<http://hge.spbu.ru/>).

Четвертичные отложения Предуралья представлены галечниками, песками и глинами надпойменных и пойменных речных террас (рисунок 6). В современный период склоны и междуречья почти повсеместно покрыты тонким слоем (0,5-2-3 м) коричнево-бурых делювиальных суглинков и супесей, которые являются главной почвообразующей породой всего Оренбуржья (Географический атлас..., 1999; Чибилев, 1996; Чибилёв и др., 2000).

### *Ключевые участки Бейсужек IX и Шумный, Краснодарский край*

Ключевой участок Бейсужек IX и Шумный расположены в границах Краснодарского края в Кореновском и Усть-Лабинском районе, соответственно (рисунок 7).

Ключевой участок Бейсужек IX расположен на Кубано-Приазовской низменности, для которой характерен равнинный рельеф и сглаженные междуречья. Плоская, полого наклонённая низменная равнина высотой до 100-150 м. На междуречьях отмечается много курганов. В результате сплошной распашки земель активизируются плоскостной смыв (более 10 т/га), эрозия и дефляция. Строение платформенной (средней и северной) части низменности осложнено рядом синклинальных прогибов и антиклинальных структур общекавказского простираения (Савельева, Шальнева, 1996).

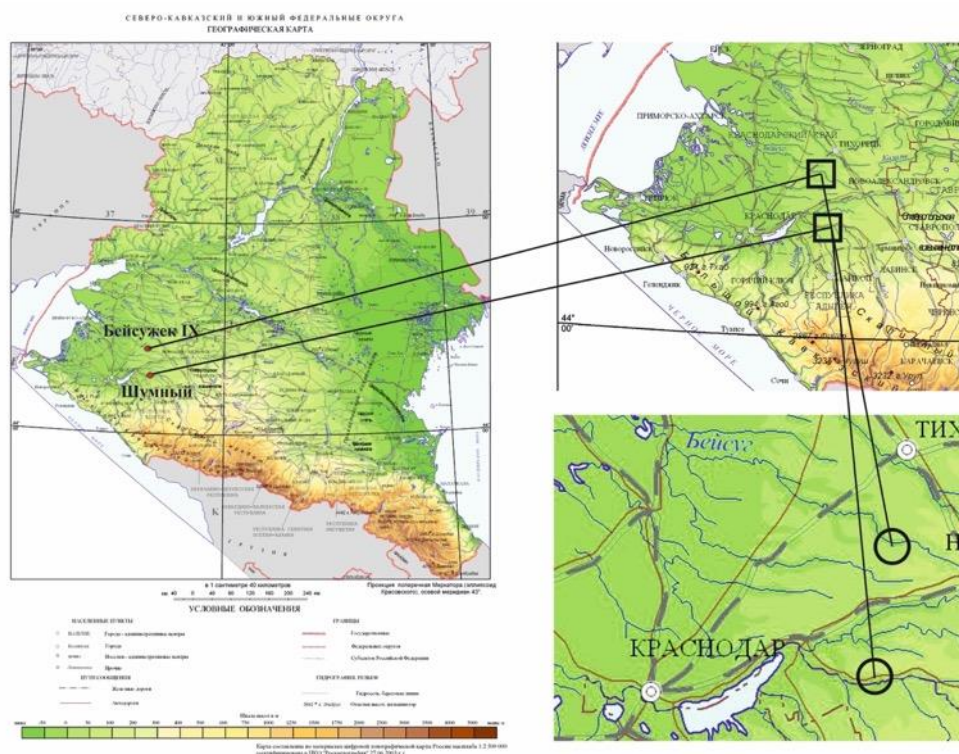


Рисунок 7. Физико-географическое положение ключевых участков «Бейсужек IX» и «Шумный» М 1:4 000 000 (<http://hge.spbu.ru/>).

Ключевой участок Шумный находится на стыке двух структур Скифской плиты: Западно-Кубанского прогиба и Восточно-Кубанской впадины и относится к северо-восточной части Закубанской равнины, территория которой изрезана долинами рек Лаба, Чалмык и Фарс, пологими и глубокими балками и лощинами с преобладающим

уклоном на север (Слюсарев и др., 2022). Закубанская равнина расположена в полосе предгорного прогиба и имеет сложное геологическое строение. Объект исследования расположен в восточной части равнины, которая представлена низменностью, плавно переходящей в предгорную повышенную равнину (высота от 150 до 250 м над уровнем моря).

В основе Кубано-Приазовской низменности и Закубанской равнины расположена Скифская плита, которая сложена различными отложениями (рисунок 8). Самыми древними являются триасовые отложения мощностью 600 метров: представлены песчаниками и известняками с прослоями аргиллитов и конгломератов. Далее идут юрские отложения мощностью 2000 метров. 137-65 млн. лет назад сформировались меловые отложения, которые широко распространены в пределах Западного Предкавказья. Их общая мощность составляет 2,5 тыс.м. Палеогеновые отложения формировались 65-26 млн. лет назад: они распространены повсеместно по краю и слагают Западно-Кубанский и Восточно-Кубанский прогибы (Погорелов, Шевела, 2013).

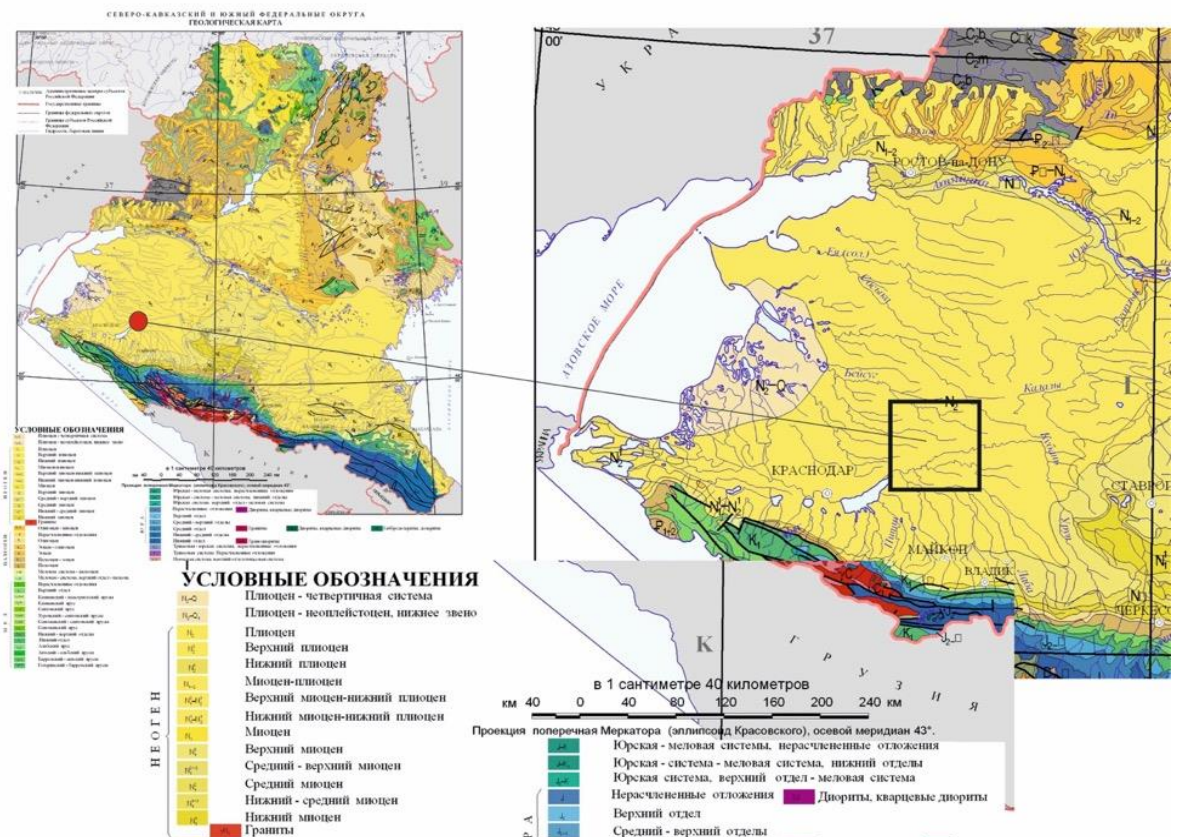


Рисунок 8. Геологическая карта Северо-Кавказского и Южного Федерального округа М 1:4 000 000 (<http://hge.spbu.ru/>).

В миоцене формировались глинистые отложения в первый период, мергелисто-глинистые - во второй период и песчано-глинистые - в третий. В плиоцене сформировались морские, лагунно-дельтовые и континентальные отложения. Два миллиона лет назад образовались четвертичные отложения, мощностью 100 м (Андрушук, 1958).

Таким образом, древний фундамент лежит на большой глубине, от 2,5 до 4 км и сложен он смятыми в складки породами верхнедевонско-нижнепермского возраста, мощной толщей триасовых, юрских, меловых и палеогеновых наносов, на которые налегает толща четвертичных песчано-галечниковых, глинистых и суглинистых пород мощностью от 100 до 200-300 метров. Сверху сформировался слой лессовидных суглинков. Его мощность на территории исследования варьирует от нескольких метров до 50-80 м (Андрушук, 1968).

## **2.2. Климатические условия**

### ***Ключевой участок Эссентукский I, Ставропольский край***

Климат континентальный, горно-степной. Средняя температура июля +27,4 °С, максимальная температура доходит до +37 °С. Зима не холодная, часто бывают оттепели с положительной температурой, но могут быть и морозы до -33 °С. Средняя температура января -2,5 °С. Нередко наблюдаются дни с туманами (в ноябре и декабре по 13—14 дней). Осень продолжительная и тёплая, с прохладными ночами. Первые заморозки отмечаются в середине октября. Весна очень короткая, уже в апреле температура быстро повышается, последние ночные заморозки отмечаются обычно в середине апреля (рисунок 9 А). Лето тёплое, с большим количеством жарких и сухих дней.

Среднегодовое количество осадков составляет — 530-540 мм, преимущественно осадки выпадают весной и в начале лета. Для территории исследования характерно большое количество солнечных дней (в среднем 280 дней в году).

Кроме того, здесь господствуют сухие восточные ветра в жаркий летний и зимний холодный периоды, влажные юго-западные в летние прохладные и зимние теплые периоды (Савельева, Магомедов, 1987; по данным <http://russia.pogoda360.ru>).



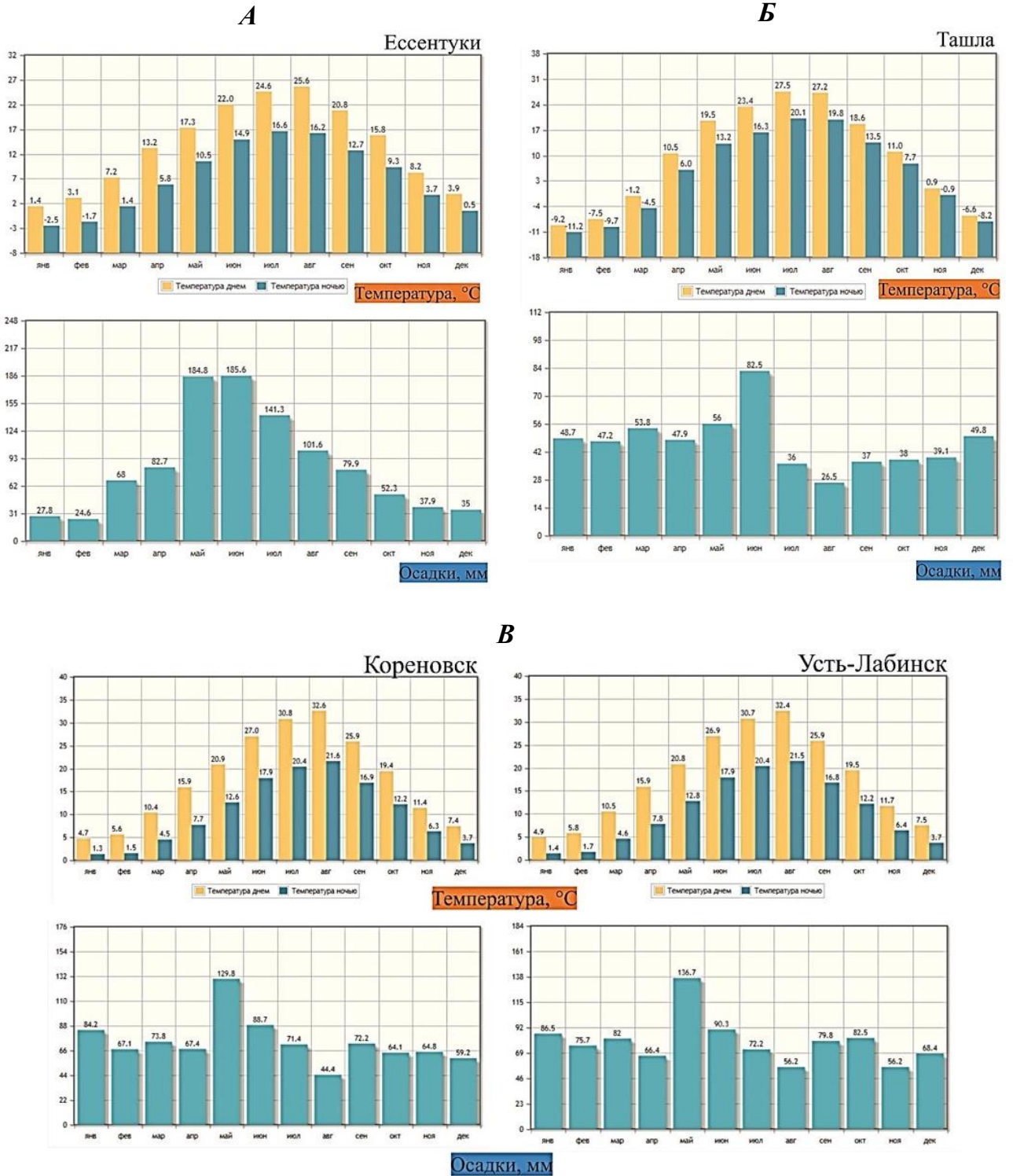


Рисунок 9. Показатели температуры (°C) и осадков (мм) для (А) г. Ессентуки, (Б) с. Ташла, (В) ближайших пунктов от объектов исследования Краснодарского края (Короновск, Усть-Лабинск) (данные <http://russia.pogoda360.ru>).

**Ключевой участок Болдырево IV, Оренбургская область**

Климат Оренбургской области характеризуется хорошо выраженной континентальностью, которая иллюстрируется большой амплитудой колебаний

среднемноголетней температуры ( $15^{\circ}\text{C}$ ) и июля ( $+22^{\circ}\text{C}$ ). Среднее годовое количество осадков составляет 360-410 мм в год, испаряемость превышает количество осадков в полтора раза. Циклоны приходят сюда с Атлантики и сопровождаются ненастной погодой. Антициклоны приносят холодный арктический, а иногда, преимущественно летом, теплый тропический воздух.

Зимой с антициклонами связана ясная морозная погода, а летом и весной - сухая и жаркая. Снеговой покров на территории района в среднем залегает 145-150 дней, а его высота в конце зимы составляет 30-40 см. Продолжительность безморозного периода составляет 130 дней. Сумма температур выше  $+10^{\circ}\text{C}$  на территории района превышает  $2600^{\circ}$ . Все эти показатели являются средними для территории Оренбургской области (Чибилев, 1995; по данным <http://russia.pogoda360.ru>).

Ташлинский район характеризуется летними температурами до  $+27,5^{\circ}\text{C}$ , максимум годовых осадков приходится на июнь месяц и составляет 82,5 мм, а минимум (26,5 мм) на август (рисунок 9 Б).

### ***Ключевые участки Бейсужек IX и Шумный, Краснодарский край***

Климат исследуемой территории в целом можно охарактеризовать как степной: умеренно континентальный полусухой, с неустойчивым увлажнением. Годовая амплитуда температур  $25-28^{\circ}\text{C}$  (рисунок 9 В).

Лето очень теплое (средняя температура июля  $21-24^{\circ}\text{C}$ ), зима умеренно холодная (средняя январская температура от  $-2$  до  $-5^{\circ}\text{C}$ ), случаются, однако, морозы до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Снежный покров большей части территории маломощный и часто неустойчивый. На территории исследования осадков за год выпадает 450—600 мм. Максимум приходится на май месяц, а минимум на август (<http://russia.pogoda360.ru>).

## **2.3. Гидрология**

### ***Ключевой участок Эссентукский I, Ставропольский край***

Территория исследования лежит в степной зоне, в долине горной реки Подкумок, которая берет свое начало в предгорьях Большого Кавказа, с горы Гум-Баши, и впадает в реку Куму. Ее длина оставляет 160 км, а площадь бассейна  $2200\text{ км}^2$ .

Характер течения реки горный, так как пересекает горный район Пятигорья. Основные притоки: Эшкакон, Аликоновка, Березовая, Юца, Золка и другие. В общей

сложности насчитывается около 143 притоков. В верховье река протекает в узких скалистых каньонах, вниз по течению река уменьшается, а пойма расширяется, достигая 3 км. Пойменная терраса возвышается на 1.5-2 м и почти не затапливается. Ледостой наблюдается в середине декабря, и длится до марта месяца, но лишь на берегах. На р. Подкумок в близи города Ессентуки была построена первая в России гидроэлектростанция «Белый уголь» (Стороженко, 1951).

### ***Ключевой участок Болдырево IV, Оренбургская область***

Поверхностный сток рек формируется и зависит от климата, рельефа и геологического строения территории. Основным источником питания большинства рек Оренбургской области являются атмосферные осадки (60–95%) и лишь незначительную часть реки получают за счет дренирования подземных вод. Также, неотъемлемый вклад в формирование поверхностного стока вносит фактор почвенно-растительного покрова, а, в особенности, освоенность территорий водосборной площади, (Чибилев, 1995).

В гидрогеологическом отношении Оренбургская область делится на два основных региона. В западной части, в которой расположен изучаемый ключевой участок, развиты артезианские бассейны напорных пластовых и трещинно-пластовых вод. По долинам основных рек - Самары, Урала, Сакмары и Илека сформировался наиболее доступный для эксплуатации водоносный комплекс (Русскин и др., 1985).

На формирование подземных и поверхностных вод большое влияние оказывает рельеф, его генезис и возраст. Высоко поднятые геоморфологические структуры (горы Губерлинские горы, Общий Сырт и Бугульминско-Белебеевская возвышенность) с пересеченным рельефом характеризуются распространением водопроницаемых пород. Такие районы являются источниками питания и разгрузки как поверхностных, так и подземных вод.

Главная артерия территории исследования – р. Ток, впадающая в р. Самара вблизи города Бузулук. Река Ток берет свое начала на западных склонах Общего Сырта в пределах Оренбургской области. Основным источником является родник Чиганихин. Длина реки 306 км, площадь бассейна – 5930 км<sup>2</sup>.

Основные притоки: Молочай, Зиганнак, Биткул, Точек, Берлюк. Территория изучения характеризуется большой расчлененностью рельефа речными и балочными

сетями. Плотность сети достигает 2-4 км на 1 км<sup>2</sup>, за исключением южных районов, где она не превышает 0,5 км на 1 км<sup>2</sup> (Русскин, 2003).

### ***Ключевые участки Бейсужек IX и Шумный, Краснодарский край***

Степные реки спокойно текут по Кубано-Приазовской низменности: Бейсуг, Сосыка, Ея и другие. Их низкие берега заросли влаголюбивой растительностью. Начинаются реки у небольших родников в сравнительно влажной зоне, а пополняются за счет стока талых вод. Поэтому весной они обычно полноводны, а летом в засушливое время многие реки пересыхают. Русла их заилены на большую глубину. Большая часть степных рек не доходит до Азовского моря и теряется в приморских лиманах (Суслов, 2015; Лотышев, 2000).

В одну из этих рек, а именно в Бейсуг, впадает с левой стороны, откуда и название, река Левый Бейсужек, вблизи которого расположен участок исследования. Длина реки составляет 161 км, площадь бассейна почти две тысячи квадратных километров. Практически на всём протяжении течение Л. Бейсужека зарегулировано. Река и ее притоки представляют своеобразную цепочку прудов, которые используются в сельском и рыбном хозяйстве. Долина реки густо заселена, наибольшим административным объектом является город Кореновск (Суслов, 2015).

Гидрографическая сеть на территории Усть-Лабинского района представлена несколькими водными артериями, основные из которых, р. Кубань, Большая и Малая Лаба и другие. Курган Шумный находится на междуречье рек Малый Зеленчук и Средний Зеленчук (притоки р. Кубань). Малый Зеленчук является верхним левым притоком р. Кубань, длина реки составляет около 65 км, а площадь достигает почти двух тысяч квадратных километров. Средний Зеленчук – левый приток р. Зеленчук 2-й (длина – 117 км, приток р. Кубани).

## **2.4. Растительный и почвенный покров**

### ***Ключевой участок Эссентукский I, Ставропольский край***

Территория исследования расположена на границе двух зон: широколиственные горные леса (дуб, бук) и кавказские луговые, разнотравно-дерновидно-злаковые степи (рисунок 10).

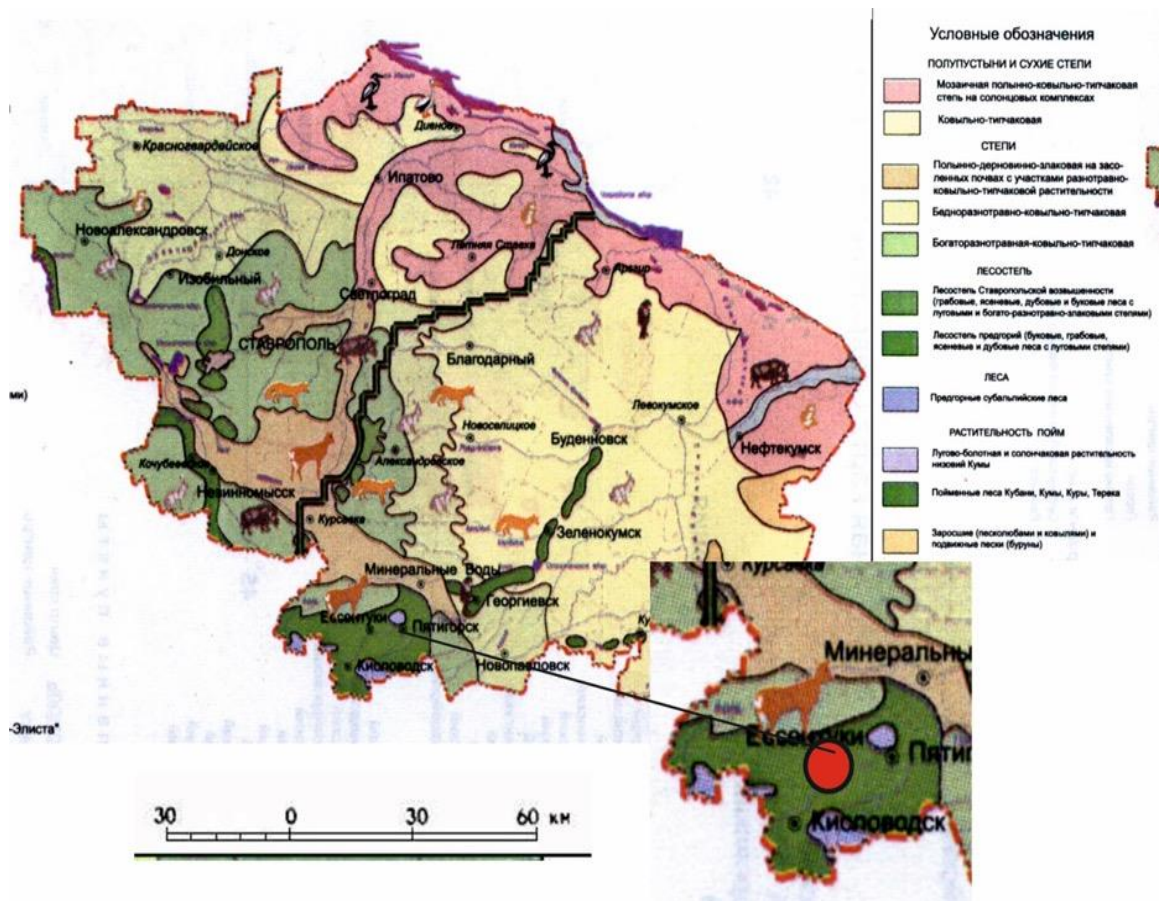


Рисунок 10. Растительный покров Ставропольского края М 1:3 000 000 (<http://hge.spbu.ru/>).

Для леса характерно большое многообразие деревьев: берёза, дуб, клён, ясень, липа, граб, бук. Кроме этого, встречаются: ива, верба, ольха, орешник, боярышник, бересклет, бузина, тёрн, кизил, барбарис, дикие яблони и груши (Самсонов, 1958).

Естественная растительность представлена главным образом массивами дубово-грабовых лесов, чередующихся с луговыми степями; в предгорьях степная и лесостепная растительность, которая в горах (на высоте 800—1100 м) сменяется широколиственными лесами (бук, дуб, граб). В окрестностях кургана в настоящее время имеются лишь сельскохозяйственные угодья и земли селитебного назначения, а земля рядом с курганом, отданная в частное владение, была заброшена и не пахалась с 1991-92 года, т.е. почва находится в залежи чуть более 25 лет.

В черте города расположено три комплексных заказника и два памятника садово-паркового искусства. На территории исследования отмечаются редкие и исчезающие виды растений: габлиция тамусовидная (*Hablitzia tamnoides*), горицвет весенний (*Adōnis vernālis*), зубянка пятилисточковая (*Dentaria quinquefolia*), касатик астраханский

(*Irispumila* L), катран Стевена (*Crámbesteveniána*), лук медвежий (*Alliu ursinum*), мерендера трёхстолбиковая (*Merendera trigyna*), мушмула германская (*Mespilus germanica*), пион кавказский (*Paeonia caucasica*) и многие другие.

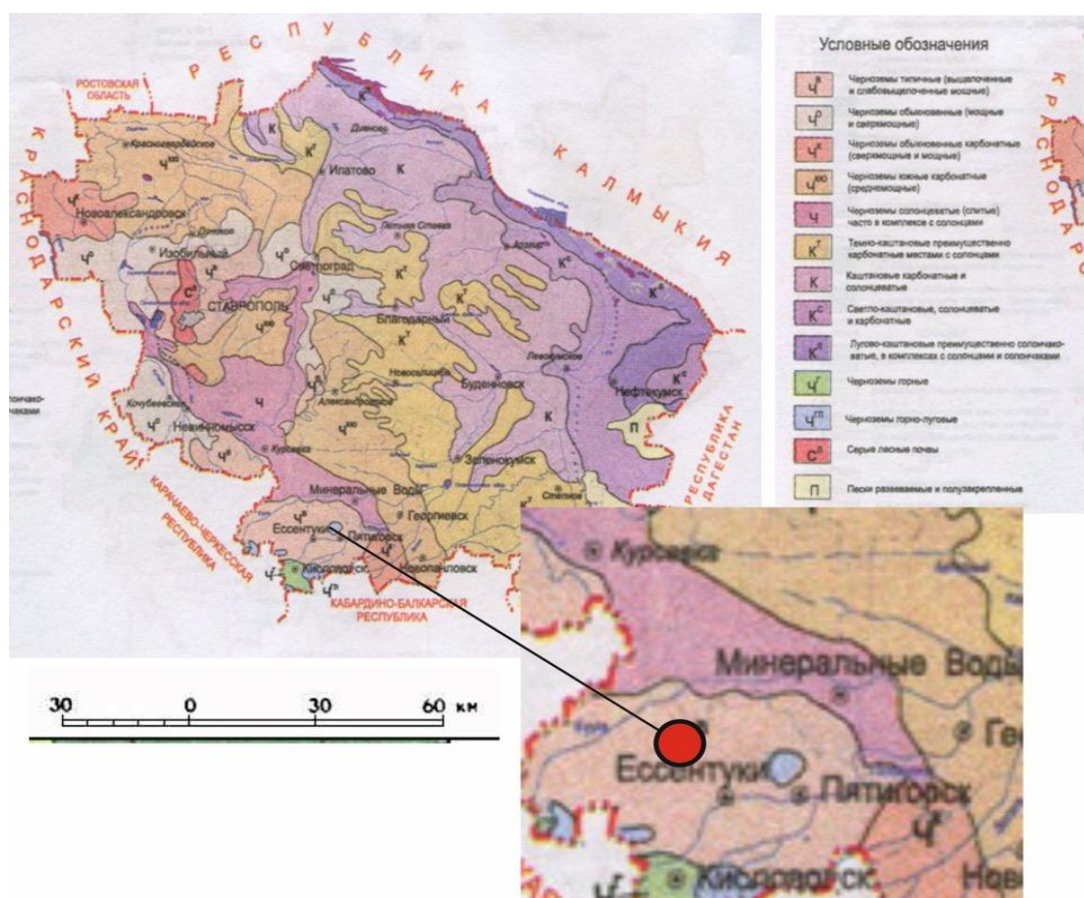


Рисунок 11. Почвенный покров Ставропольского края М 1:3000 000 (<http://hge.spbu.ru/>).

На территории Ставропольского края выделяются две основные почвенные зоны, которые сменяются с юго-запада на северо-восток от черноземов к каштановым почвам (рисунок 11) (Шитов и др., 2001).

Естественные почвы – черноземы обыкновенные (Calcic Chernozems) и типичные (Haplic Chernozems) на лессовидных карбонатных суглинках.

### ***Ключевой участок Болдырево IV, Оренбургская область***

Для почв и растительности Оренбургской области характерна широтная зональность. От луговых (разнотравно-типчаково-ковыльных) степей к опустыненным (полынно-типчаково-ковыльным и полынно-типчаковым) степям (рисунок 12) последовательно сменяются типы и подтипы почв: типичные, обыкновенные и южные

черноземы, темно-каштановые почвы (рисунок 13). Основу современного почвенного покрова изученной территории составляют черноземы южные; черноземы на супесчано-песчаных отложениях на почвенной карте Оренбургской области (Чибелев, 1999) в этом районе названы черноземами южные террасовыми (Eutric Arenosols (Protocalcic, Humic)).

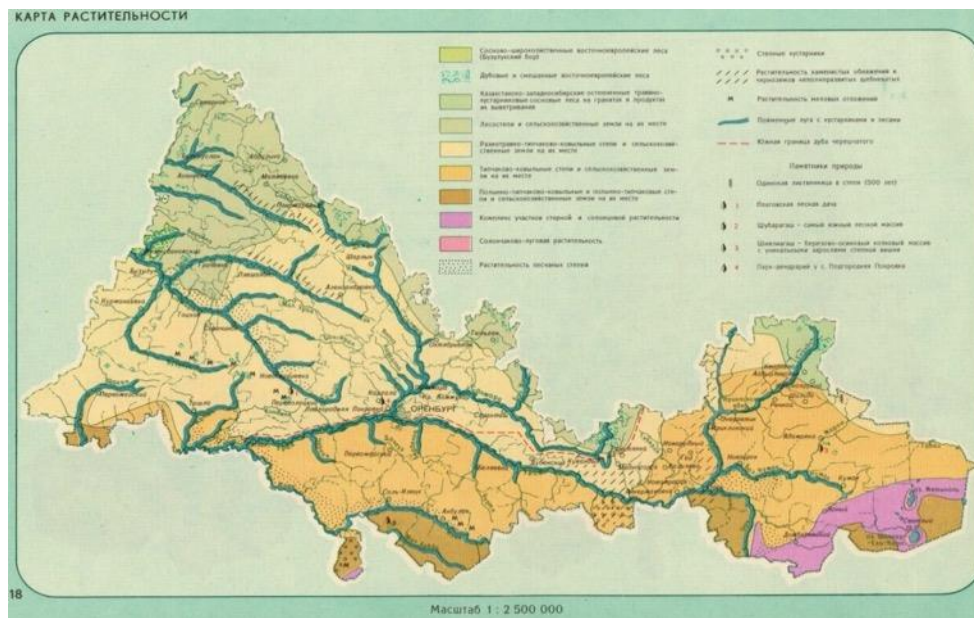


Рисунок 12. Растительный покров Оренбургской области М 1:2 500 000 (<http://hge.spbu.ru/>).

Растительность нераспаханных участков данной территории – типчаково-ковыльная степь, но исследуемый участок сплошь был распахан и к моменту работы находился в залежном состоянии около 25 лет, на нем произрастала в основном сорная растительность.

Из-за активной распашки фрагменты естественного растительного покрова в границах подзоны можно наблюдать только вдоль границ севооборотов и на приводораздельных опушках лесов, а также на первых возвышенных террасах малых рек, где русло реки подходит близко к сельскохозяйственным полям. Растительный покров Оренбургской области в течение длительного времени подвергается антропогенному воздействию (рубки, пожары, распашки земель под сельскохозяйственные угодья, сбор полезных растений, осушение болот, разработка полезных ископаемых, внесение удобрений, ядохимикатов, загрязнения воды и воздуха промышленными отходами). В результате этого изменяется состав растительных сообществ, а также сокращается площадь лесов. В настоящее время распаханность района – более 63%, лесистость – 0,7% (Колодина, 2006).

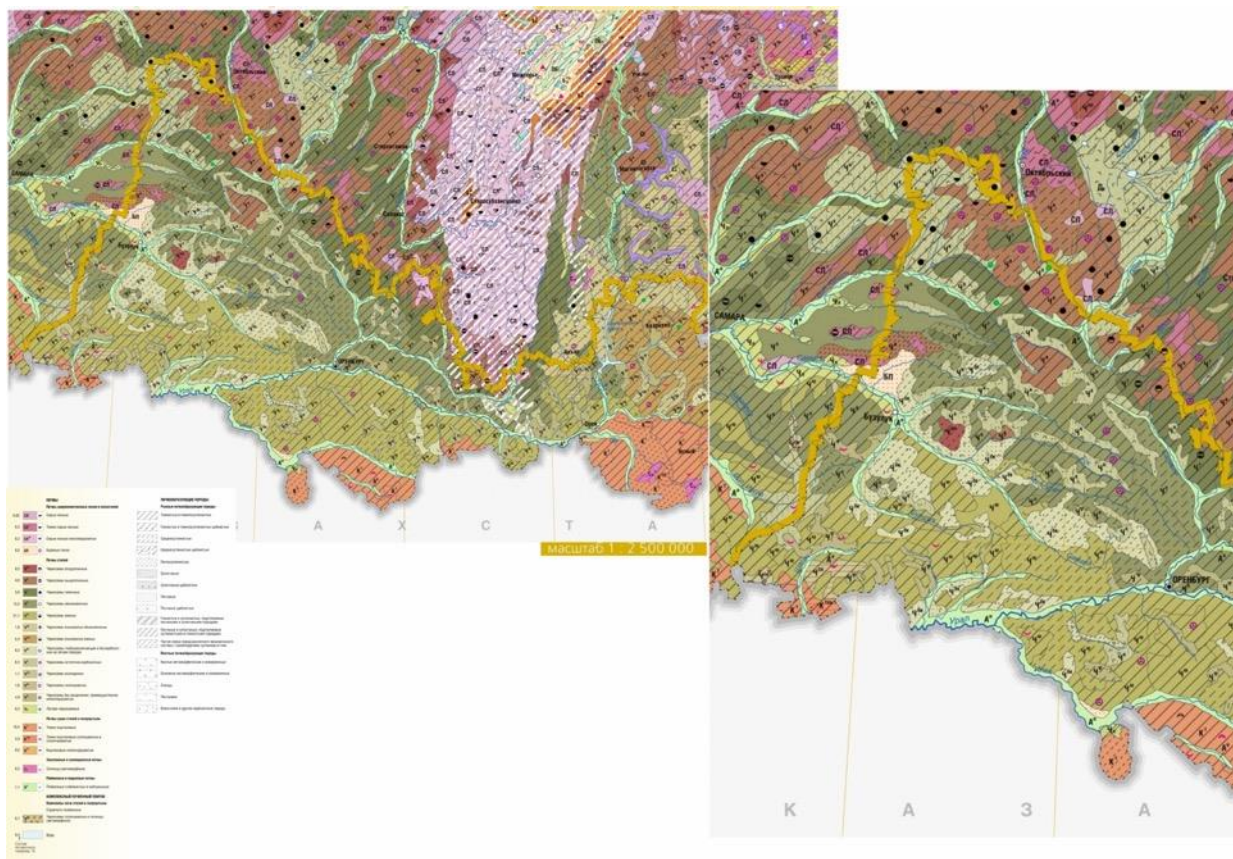


Рисунок 13. Почвенный покров Южного Предуралья М 1:2 500 000, Национальный атлас почв РФ (<https://soil-db.ru/soilatlas>).

На низкотравных и разреженных типчаково-ковыльных степях преобладают ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*), ковыль Залесского (*Stipa zalēsskii*), овсяница волжская (*Festuca wolgensis* P.). Разнотравье очень бедное. В нем выделяются сухолюбивые грудница шерстистая, полынь Лерха, коровяк фиолетовый, шалфей степной, вероника простертая, гвоздика Андржиевского.

### ***Ключевые участки Бейсужек IX и Шумный, Краснодарский край***

На территории Краснодарского края растительность распределяется по зонам. Здесь ярко выражена широтная и вертикальная зональность.

Зона степи занимает всю Кубано-Приазовскую низменность. Не так давно это была разнотравно-типчаково-ковыльная степь. В настоящее время почти вся она распахана и превращена в необозримые колхозные и крестьянско-фермерские поля, где возделывают пшеницу, кукурузу, сахарную свеклу, подсолнечник, ячмень, овощные и бахчевые культуры. Всего в крае насчитывается более 3 тысяч видов растений (Тильба, 1981).



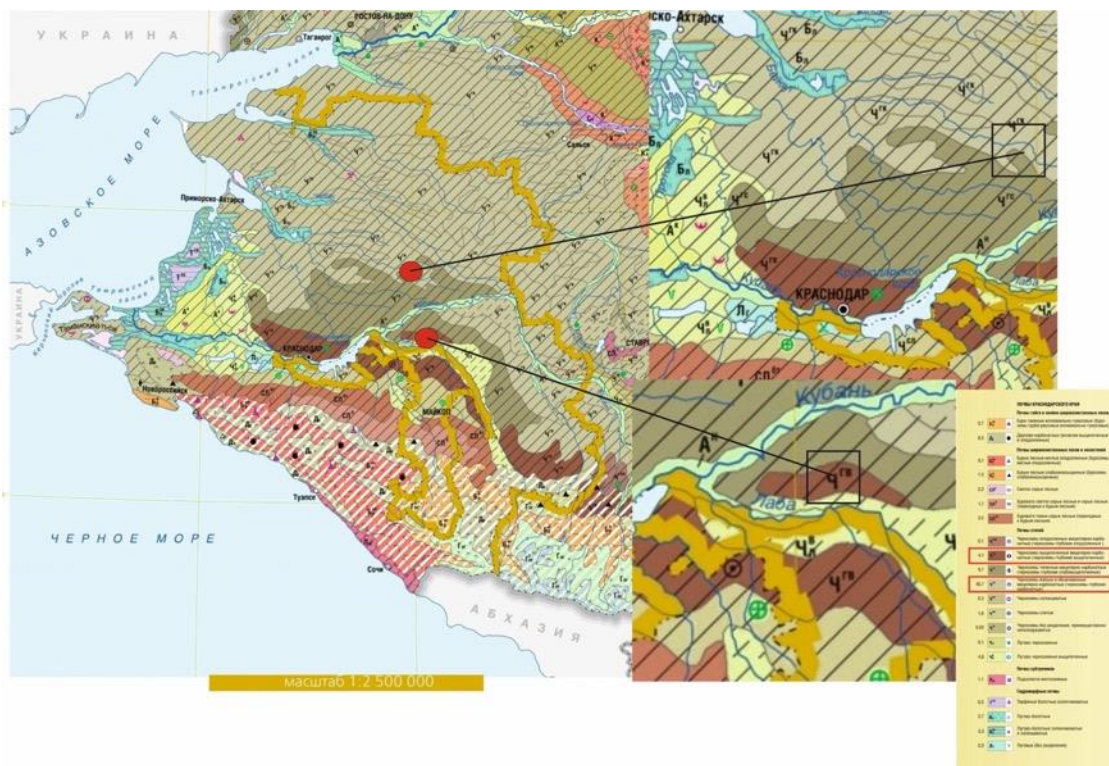


Рисунок 14. Почвенный покров Краснодарского края М 1:2 500 000, Национальный атлас почв РФ (<https://soil-db.ru/soilatlas>).

Естественный растительный покров края представлен разнотравно-типчаковой растительностью. Здесь господствует: типчак (*Festuca valesiaca*), ковыль перистый (*Stipa pennata*), тонконог (*Koeleria*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), костер безостый (*Bromus inermis*), шалфей (*Salvia officinalis*), полынь (*Artemisia*), дикая астра (*Aster amellus*), бессмертник (*Helichrysum arenarium*), молочай (*Euphorbia*), терновник (*Prunus spinosa*), ежевика (*Rubus*) и другие. Из-за использования земель в сельскохозяйственной деятельности, степная растительность сохранилась лишь на вершинах курганов и по склонам балок.

Растительный покров Усть-Лабинского района представлен разнотравно-злаково-луговой степью. В верхнем течении р. Лаба берега покрыты хвойными лесами (ель, сосна, пихта). Предгорная часть района характеризуется пышными широколиственными лесами. Растительность лугов и пастбищ представлена в основном пыреем, мятликом, овсяницей луговой и др. Степи сильно распаханы, поля защищены лесополосами шириной от 5 до 10 метров. Леса располагаются узкой полосой вдоль поймы р. Кубани (дуб, граб, ясень и клён с подлеском средней густоты).

Черноземы занимают преобладающую часть равнинно – степной части Краснодарского края (рисунок 14). В северной половине края основными видами

являются почвы равнинных степей. Преобладающими почвами правобережной Прикубанской равнины в северной части являются карбонатные, южнее слабо карбонатные и слабовыщелоченные чернозёмы. В восточной части по долине реки Кубань преобладают долинные чернозёмы, западнее они сменяются чернозёмами слитыми, затем дельтовыми (Погорелов, Шевела, 2013).

Эти почвы наиболее плодородны и составляют основное богатство края. По содержанию гумуса черноземы делятся на: малогумусные – менее 4%, слабогумусные – 4–6%, среднегумусные 6–9%, тучные – свыше 9%. Если мощность гумусового слоя менее 40 см – маломощные, 40–80 – среднемощные, 80–120 – мощные, более 120 см – сверхмощные. Вскипающие от 10% НСІ в слое до 40 см – карбонатные, от 40–120 – слабовыщелоченные, более 120 см – выщелоченные. Основными подтипами черноземов являются: обыкновенные (карбонатные), типичные (слабовыщелоченные), выщелоченные, горные и каштановые (Вальков и др., 1995).

На территории ключевого участка Бейсужек IX почвы классифицируются как мицеллярно-миграционные черноземы в соответствии с российской системой классификации почв 2004 года (Haplic Chernozems (Loamic) по WRB-2022) или сегрегационные черноземы (Calcic Chernozems Loamic), по классификации 1977 года (1977) – черноземы обыкновенные. На территории ключевого участка Шумный распространены миграционно-сегрегационные черноземы (2004) (Haplic Chernozem (Loamic) по WRB-2022) или черноземы выщелоченные (1977).

На территории Краснодарского края значительные площади занимают гидроморфные почвы (около 1200 тыс. га), расположенные в поймах, дельтах рек или в бессточных западинах (Погорелов, Шевелева, 2013).

### ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1. Объекты исследования

Объектами исследования на территории степной полосы Восточно-Европейской равнины (таблица 2) послужили погребенные почвы под курганами и курганные конструкции бронзового века в интервале 5700-3000 л.н. Кроме этого были изучены современные почвы для каждого ключевого участка. Основными критериями для выбора фоновых разрезов являлись: однородность литологического состава, расположение на одном гипсометрическом уровне и, по возможности, отсутствие антропогенного влияния.

Таблица 2. Физико-географические условия территории исследования

<i>Ключевой участок</i>	<i>Характеристика</i>			
	<b>Местоположение</b>	<b>Климат</b>	<b>Подтип черноземов и почвообразующая порода</b>	<b>Растительность</b>
<b>Ессентукский I</b>	<i>Ставропольский край, Ставропольская возвышенность 44°03'57.0" N 42°54'09.0" E II-III надпойменная терраса (НПТ)</i>	Континентальный горно-степной 530-540 мм/год	<i>обыкновенные</i> на лессовидных суглинках и глинах	Разнотравно-ковыльно-типчаковая степь
<b>Болдырево IV</b>	<i>Оренбургская область, Возвышенность Общий Сырт 51°37'40.63" N, 52°42'28.52" E I НПТ</i>	Умеренно-континентальный 350-450 мм/год	<i>обыкновенные</i> на супесчаных отложениях	Типчаково-ковыльная степь
<b>Бейсужек IX</b>	<i>Краснодарский край, Кубано-Приазовская низменность 45°28'47"N, 39°20'44"E II НПТ</i>	Умеренно-континентальный 400-600 мм/год	<i>обыкновенные</i> на лессовидных суглинках и глинах	Разнотравно-типчаковая степь
<b>Шумный</b>	<i>Краснодарский край, Закубанская равнина 45°9'22.865"N 40°2'54.788"E Водораздел</i>		<i>выщелоченные</i> на тяжелых лессовидных суглинках	Разнотравно-злаково-луговая степь

Датировка для памятников была получена, в основном, археологическим методом, и в двух случаях - на основе радиоуглеродного анализа археологических находок и костей. Даты и методы приведены в таблице 3. Для единого предоставления данных далее в работе все даты будут приведены в тысячелетиях.

Таблица 3. Датировка археологических памятников

<i>Объект</i>	<i>Культура</i>	<i>Метод датировки</i>	<i>Даты</i>	
			<i>Калиброванные радиоуглеродные (cal BC)/археологические</i>	<i>лет назад</i>
<i>Ессентукский I</i>	Майкопская	Радиоуглеродный метод	3653–3522 и 3637–3521 лет cal BC	<i>5700-5500</i>
<i>Болдырево IV</i>	Ямная		3439–3378 лет cal BC	<i>5500-5400</i>
<i>Бейсужек IX</i>	Катакомбная и новотиторовская	Археологический метод	XXVII (XVI)–XXII (XXI) вв. до н. э. XXI–XVI (XV) вв. до н. э.	<i>4700-3600</i>
<i>Шумный</i>	Катакомбная и срубная		XXVIII–XXII вв. до н.э. XV–X вв. до н.э.	<i>4800-3000</i>

#### *Ключевой участок Ессентукский I*

Объект исследования – курган Ессентукский I, расположенный на северной окраине г. Ессентуки Ставропольского края, между домов частной застройки на ул. Атаманская (44°03'57.0" N 42°54'09.0" E). Охранно-спасательные раскопки кургана были проведены ООО «Наследие» г. Ставрополь под руководством археолога А.А. Калмыкова в 2017–2018 гг., а в июне 2018 г. – палеопочвенное исследование. Курган имел внушительные размеры: высота составляла 5.5–6.0 м, диаметр – более 60 м (рисунок 15).

В основном работа проводилась около центральной бровки, западный фас. Курган располагался на водоразделе рек Кума и Подкумок либо на высокой второй–третьей террасе р. Подкумок, точное геоморфологическое местоположение трудно было установить из-за сплошной городской застройки и изменения исходного рельефа.



Рисунок 15. Фото с воздуха во время раскопок кургана Ессентукский I, четко видна двойная каменная крепида в основании кургана, север справа, юг – слева на фото. Фото сделано А.А. Калмыковым.

**Конструкция кургана.** Согласно данным археологов, курган относится к майкопской культуре раннего бронзового века, к раннему этапу этой культуры, середина III тысячелетия до н.э. (5700-5500 лет до н.э.). Палеопочвенные исследования столь ранних майкопских курганов в Предкавказье до сих пор не проводились.

Курган был сооружен на пологом склоне, угол наклона около  $1^\circ$  с севера на юг (рисунок 15). В кургане археологами было выделено шесть грунтовых и три каменных (две одновременные крепида и кромлех) конструкции, которые из-за нарушений полы кургана не полностью читались на фасах центральной бровки, но были отчетливо прослежены на боковых. В центральной бровке сохранились четыре грунтовые и две

каменные конструкции, которые были изучены при палеопочвенном анализе и схематически представлены на рисунке 16. Вначале, при сооружении первой грунтовой конструкции, центральное погребение было оконтурено двумя невысокими, ориентированными в широтном направлении валиками из буровато-желтого материала, взятого из глубоких горизонтов ямы основного погребения (так называемый “выкид”). Затем между этими валиками выкладывались глинобитные слои более темного гумусированного материала и более желтого, которые чередовались между собой (рисунок 17с). Слои имели чашеобразный прогиб, в составе слоев помимо мелкозема присутствовала мелкая каменная крошка размером от 3–4 мм до 1–2 см, приуроченная больше к темным слоям, чем к желтым. Длина слоев кверху кургана постепенно уменьшалась, и чередующиеся слои в бровке образовывали почти правильную пирамиду или конус (рисунок 16а, 2ес, 3ес, 4ес). Из-за того, что центр кургана с самого верха и вплоть до основного погребения был нарушен просадкой грунта после обрушения перекрытия погребения и более поздней грабительской ямой, верхняя часть первой грунтовой конструкции была видна нечетко (рисунок 16а, 1ес). Пирамидальная форма первой грунтовой конструкции скорее угадывалась, чем была видна. Кроме этого, центр был смещен к северу из-за того, что грабительская яма прорезала южную часть первой и второй грунтовых конструкций.

Вторая грунтовая конструкция была сделана так же, как и первая – валики по внешней границе и между ними чередующиеся темные и желтые слои с чашеобразным прогибом, образующие пирамиду. В данном и во всех последующих случаях желтый грунт для валиков брался уже не из ямы основного погребения, а с прилегающей к кургану территории. Вторая пирамида была видна гораздо более четко, как на южной (рисунок 16а, 2ес), так и на северной сторонах западного фаса центральной бровки, поскольку выходила за пределы грабительской ямы. В первой и второй конструкциях самый первый слой, лежащий на погребении и погребенной почве, состоял из материала глеевого горизонта с характерной сизовато-голубоватой окраской и множеством охристых пятен. Вероятно, такая выкладка оказала диагенетическое влияние на погребенные под этими конструкциями почвы, поскольку в самом верху (0–5 см) они имели пятна ожелезнения, хорошо прослеженные при микроморфологическом анализе.

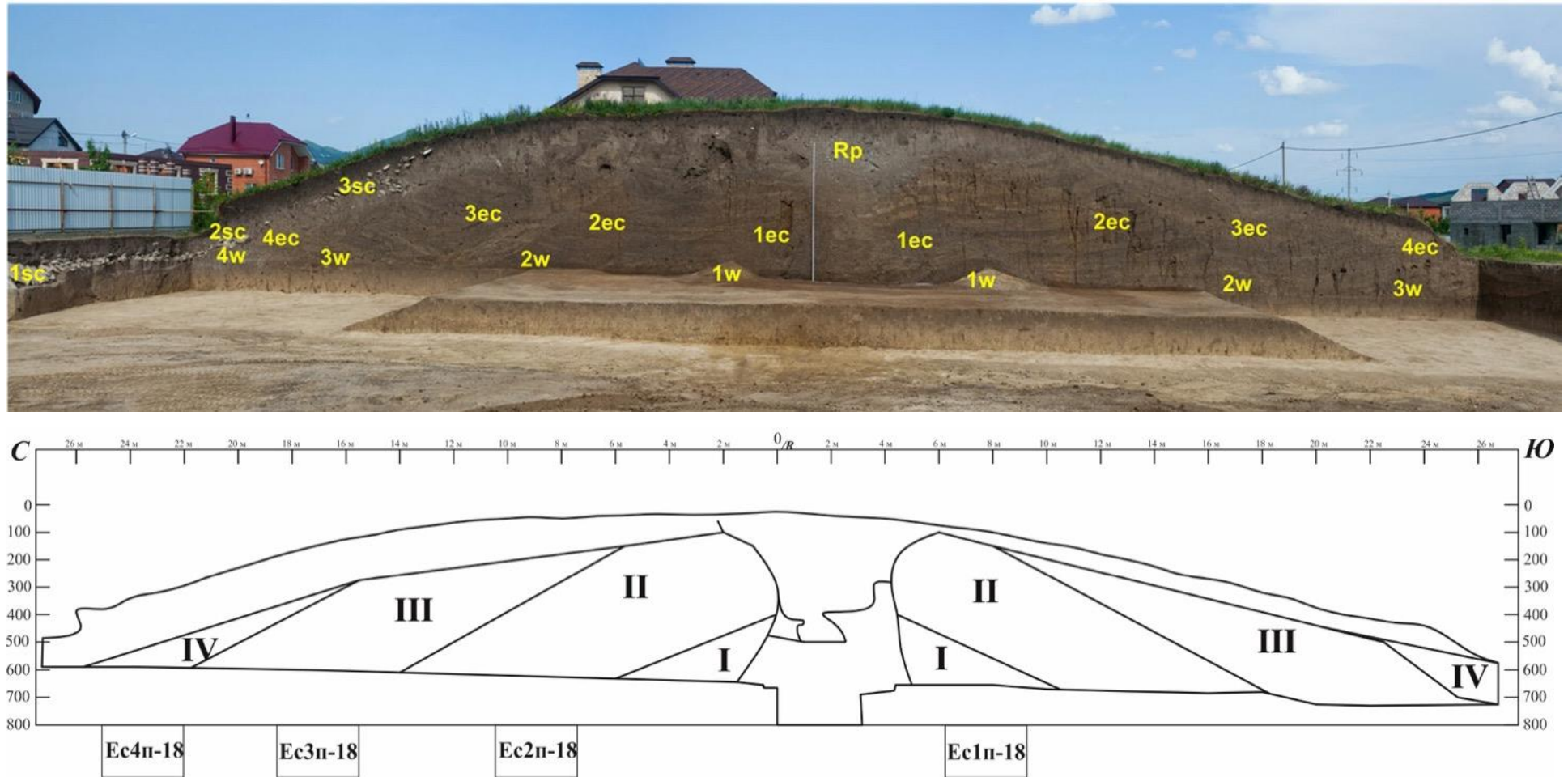


Рисунок 16. Структура кургана Ессентукский I в поперечном разрезе (западная сторона центральной бровки): фотография (а) и упрощенная схема (б). На фото: 1sc - первая каменная конструкция (кромлех); 2sc - вторая каменная конструкция (нижняя крепида); 3sc - третья каменная конструкция (верхняя крепида); Rp – грабительская яма; разбойничья яма; 1ec – первая земляная конструкция; 1w – валик первой земляной конструкции; 2ec – вторая земляная конструкция; 2w - валик второй земляной конструкции; 3ec - третья земляная конструкция; 3w - валик третьей земляной конструкции; 4ec - четвертая земляная конструкция; 4w - валик четвертой земляной конструкции. В схеме кургана: I - IV — земляные курганные конструкции и палеопочвенные разрезы Ec1п-18 – Ec4п-18, погребенные под земляными сооружениями соответственно.

Остальной материал во всех курганных конструкциях, который имел более темный цвет брался, предположительно, из материала гумусового горизонта (Ah), более желто-палевый – из горизонтов AhB или Bk.

Третья и четвертая грунтовые конструкции также имели в основании своего внешнего контура небольшие валики, но внутри третьей конструкции появились заметные различия в структуре слоев на западном и восточном фасах бровки. На участке северной половины восточного фаса центральной бровки чередующиеся слои темного и желтого материалов, которые были прослежены на западном фаса, были заменены пачками разнородного материала, внутри пачек имеющего наклон согласно склону курганной конструкции. Пачки были отделены друг от друга четкими горизонтальными тонкими прослоями. В третьей конструкции с северной стороны восточного фаса центральной бровки прослеживается 5–6 таких пачек. В четвертой грунтовой конструкции опять темные и желтые слои чередуются, залегание прослоек было субгоризонтальным, отчетливо выражено усиление окарбоначивания материала, из которого сделана эта конструкция. В третьей и четвертой конструкции каменной крошки в темных слоях было существенно меньше или она отсутствовала. Первая каменная конструкция – кромлех – представляла из себя каменные плиты размером  $1.2(1.5) \times 0.6(0.8)$  м, выставленные на торцы, плотно одна к другой, по периметру основания всей курганной конструкции. Камни второй (ранней) и третьей (поздней) каменной конструкций лежали в однородном палево-сером окарбоначенном материале, который, предположительно, использовался как цемент, в нем или им закрепляли камни. В этом материале не прослеживаются никаких слоев, он однородный. Вторая и третья каменные конструкции видны лишь с северной стороны кургана, поскольку в южной его части камни уходят под дорогу вдоль улицы и частично были использованы при строительстве этой дороги. При просмотре кургана сверху (рисунок 15) четко видна двуслойность каменной выкладки (различаются две последовательные крепиды) с его северной стороны: нижняя часть – вторая каменная конструкция (крепида I) и верхняя – третья каменная конструкция (крепида II). Каменный материал в каменных конструкциях, как крупные плиты, так и относительно мелкие камни – это бештаунит (щелочной пироксен-амфиболовый трахилипарит) – горная порода, получившая свое название от горы Бештау и добытая древними строителями, по-видимому, на осыпях с горы Шелудивой (в 6 км на С–В по прямой или в 8 км по дорогам от кургана), или,



возможно, с самой горы Бештау (около 9 км к С–ВВ от кургана по прямой и несколько больше – по дорогам). Кроме этого, в крепиде II (третья каменная конструкция) зафиксировано использование отдельных речных галек и булыжника.

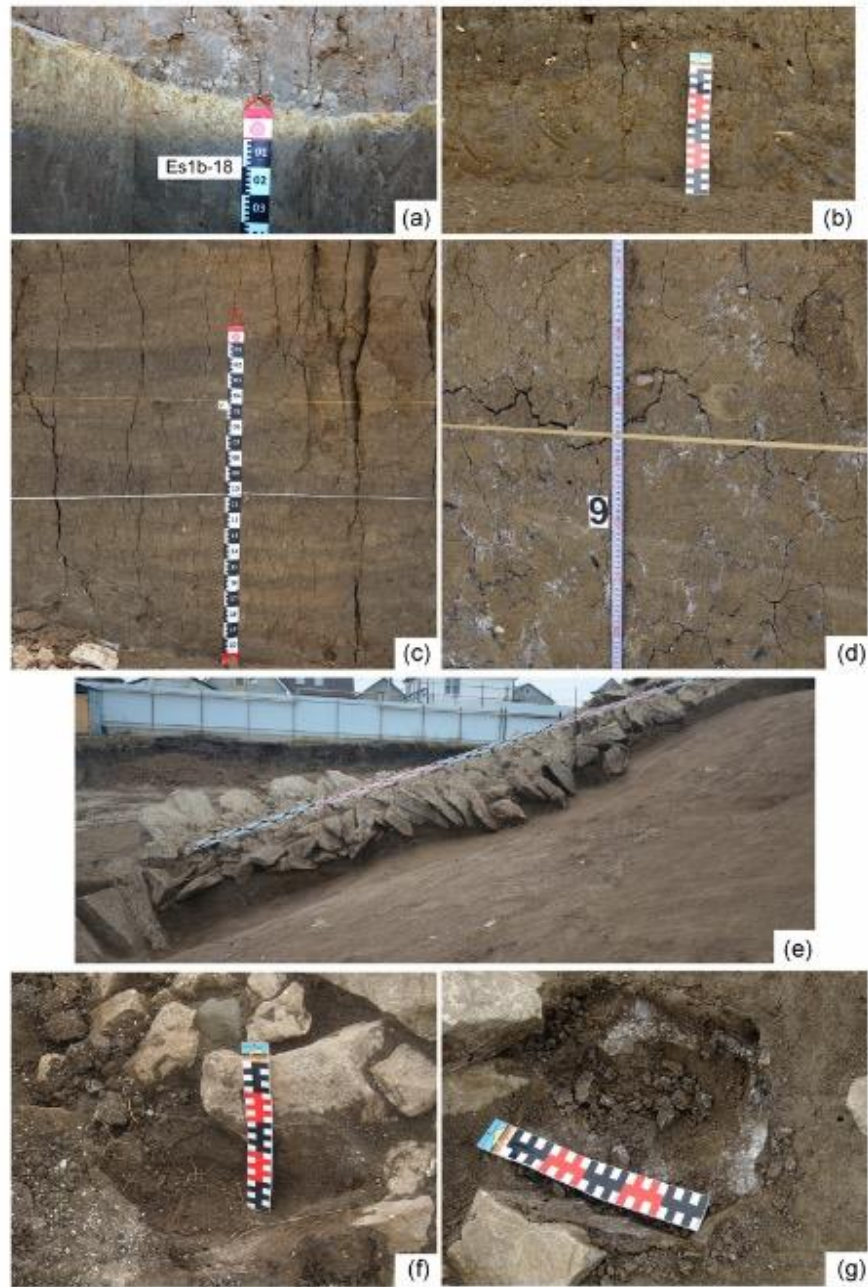


Рисунок 17. Разрез палеопочвы Es1п-1, погребенной под земляным валом (1w) из материала горизонта ВСkb (a); оглеенный материал в основании кургана (b); четкие чередующиеся слои темно-серого (10YR 4/1) и палево-коричневого (10YR 6/3) материалов различной толщины во второй земляной конструкции (c); нечеткие слои темно-серовато-коричневого (10YR 4/2-4/3) и светло-желтовато-коричневого (10YR 6/4) материалов в четвертой земляной конструкции с четкими признаками накопления карбоната кальция (d); три каменные конструкции на склоне кургана (e); и цемент второй (f) и третьей (g) каменных конструкциях.

На относительную узость хронологического отрезка времени (в несколько десятилетий), который понадобился древним строителям для возведения кургана, помимо радиоуглеродных дат для первой и третьей грунтовых конструкций, указывают ряд косвенных признаков, зафиксированных в ходе раскопок, и некоторые умозрительные выводы. Среди них отчетливо видимый единый архитектурный план строительства кургана, который был возведен над единственной могилой (центральное погребение); единые строительные приемы, использованные при сооружении различных его конструкций составляющих курган, в некоторых случаях их тесная взаимосвязь, и при этом заметные отличия на различных участках одной конструкции, которые могут быть объяснены небольшими временными (вероятно, сезонными) перерывами в строительстве; идентичная керамика, найденная во всех конструкциях кургана и за его пределами на ритуальной/поминальной площадке, а также наличие поблизости множества других, в том числе крупных майкопских курганов (Колесниченко, 2015; Лычагин, 2014). Кроме этого, все грунтовые конструкции кургана Ессентукский I, за исключением первой, нарушенной грабителями, на фасах центральной бровки имели четкие и резкие границы, чего не должно было быть, если бы курганные конструкции строились со значительными временными перерывами. Например, такие перерывы были четко диагностированы в поле и в дальнейшем подтверждены исследованиями в лаборатории по сформировавшимся на курганных конструкциях инициальным почвам в Большом Ставропольском крае (Александровский и др., 2001, 20014). Первая и третья курганные конструкции имели следующие даты - 3653–3522 и 3637–3521 лет cal BC, соответственно (MAMS 38067: 4807 ± 34; cal BC 3643–3535, 1σ; cal BC 3653–3522, 2 σ и MAMS 40113: 4771 ± 25; cal BC 3634–3527, 1 σ; cal BC 3637–3521, 2 σ). В обоих случаях датировались образцы с малой продолжительностью жизни, не подверженные резервуарному эффекту, что позволяет достаточно доверительно отнести к выявленной разности между временем сооружения указанных конструкций примерно в два десятилетия.

Разрезы были заложены в центре и около северной половины западного фаса центральной бровки и имели следующую нумерацию (буква «п» в номере разреза указывает, что почва погребенная, буква «ф»-фоновая/современная): Ес1п-18, заложенный в 9 м к югу от R (центр кургана), под первой грунтовой конструкцией, точнее, под желтым валиком – выкидом из могилы с южной стороны первой

конструкции; Ес2п-18, расположенный между 14 и 15 м к северу от R под второй грунтовой конструкцией кургана, насыпь в месте заложения разреза – 5 м; Ес3п-18, расположенный в 18 м к северу от R под третьей грунтовой конструкцией кургана; Ес4п-18, расположенный между 25 и 26 м к северу от R под четвертой грунтовой и второй каменной конструкциями кургана, насыпь в месте заложения разреза – 1,5 м; Ес5ф-18, расположен в 30 м к северу от кургана на залежном участке (последняя рапсашка более 25 лет назад), заросшим сорной травой, а также редкими 2-3-летними деревьями грецких орехов.

### ***Ключевой участок Болдырево IV***

Объект исследования – курган 1 в курганном могильнике (КМ) Болдырево IV, расположенный у с. Болдырево в Ташлинском районе Оренбургской области (51°37'40.63" N, 52°42'28.52" E) (рисунок 18, 19А).



Рисунок 18. Курган 1 в КМ Болдырево IV до начала раскопок (фото Н.Л. Моргуновой).

Охранные раскопки кургана 1 проведены в 2019 г. под руководством д.и.н. профессора Н.Л. Моргуновой сотрудниками археологической лаборатории Оренбургского педагогического университета. Курган включал в себя 4 разновременные конструкции, которые по оценкам археологов были сооружены в короткий (несколько

десятилетий) временной интервал, поскольку погребения были совершены по единому и очень сходному обряду. Высота кургана составляла более 4.2 м, а диаметр около 60 м – курганы такого плана уникальны для данного региона. Изученный КМ расположен на первой террасе р. Иртек – правый приток р. Урал.

**Конструкция кургана.** Курган 1 был наиболее высоким в КМ Болдырево IV и состоял из четырех конструкций. Высота первой и второй конструкций в центральной и западной бровках составляла около 1.0–1.2 м, диаметр – 9.0–9.5 м соответственно. Третья конструкция полностью перекрывала первую и вторую, высота ее вместе с четвертой конструкцией, границы которой установлены приблизительно, в самом высоком месте достигала 3.2–3.5 м при диаметре около 60 м. Первая, вторая и третья конструкции были сооружены для погребенных под ними людей и четко отбивались ровиками, которые не всегда имели вид кольца в плане, иногда это были серии ям, лежащих по кругу у подножия кургана (рисунок 19 В). Четвертая конструкция, возможно, была сооружена не как погребальная, а для подновления и ремонта уже стоявшего кургана (рисунок 19 С), который начал разрушаться или сильно оплыл за короткое время, чему способствовал легкий (супесчаный) состав слагающих его грунтов. И хотя границы четвертой конструкция четко не читались в бровках, их можно было отследить по укрупнению и увеличению количества карбонатов (белых пятен) в материале на периферии кургана по сравнению с таковым в центре.

Под первой и второй конструкциями в кургане археологами обнаружены погребения младенцев. Погребения не содержали инвентаря и отнесены к ямной культуре по обряду. Первый невысокий курган, который мы называем первой конструкцией, был сооружен на непотревоженной почве над погребением младенца (погребение 3 или П3) (рисунок 19 В, С). Перед совершением других погребений была сделана площадка, обозначенная срезкой гумусового горизонта на 10–15 см в среднем, в самом центре – до 25 см. Вся срезанная поверхность была обмазана сизовато-белесой глиной с ржавыми пятнами и включениями остатков растений, которые к настоящему моменту сохранились в виде тлена. Под срезкой были совершены два погребения: младенца (П4), а над ним сооружена вторая конструкция высотой примерно 1 м, и основное погребение для взрослого человека (П5), над которым была создана уже более высокая и протяженная третья конструкция, перекрывающая первую и вторую и вышедшая за их пределы (рисунок 20).

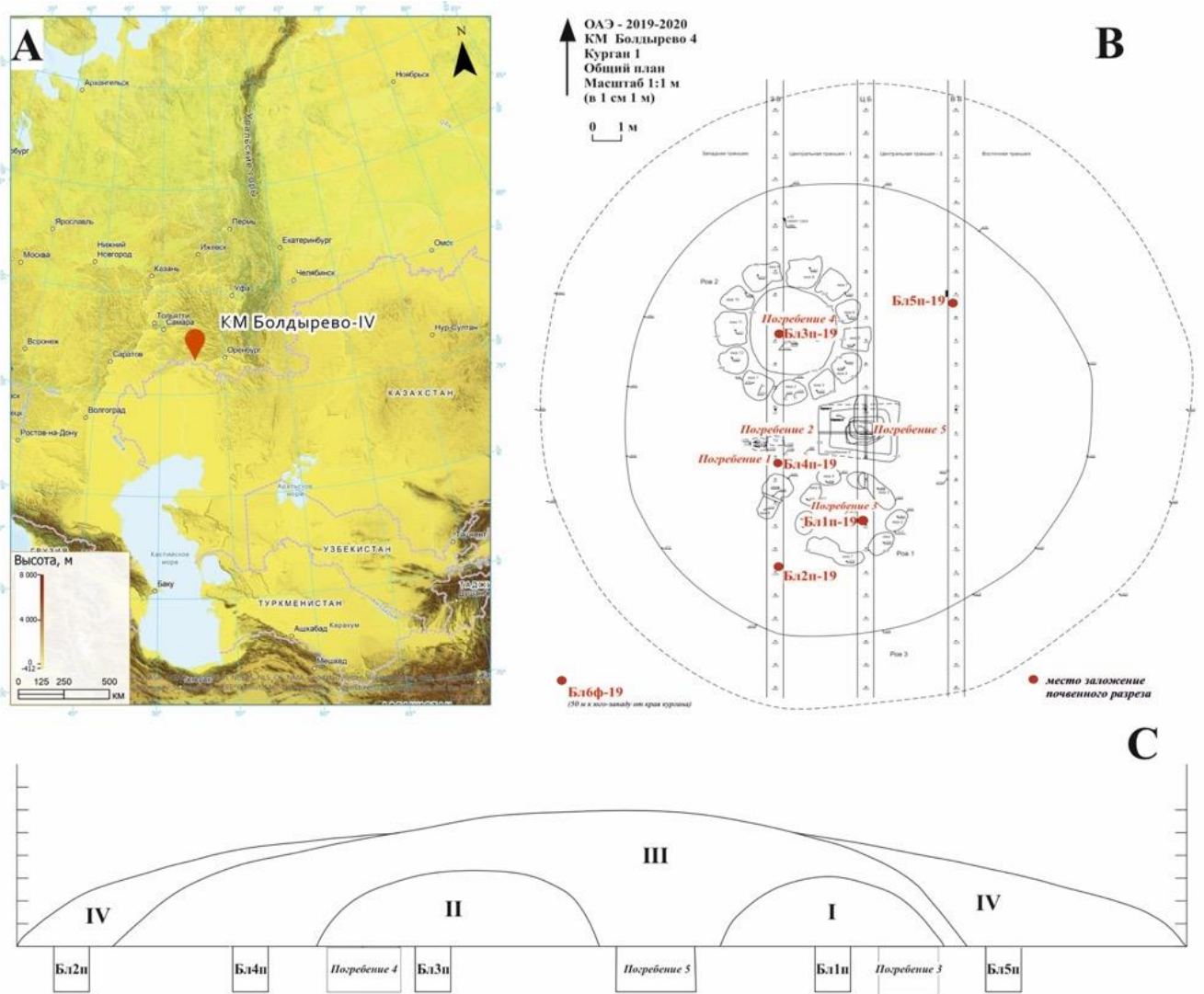


Рисунок 19. Местоположение КМ Болдырево IV на карте (А); схема кургана, расположение погребений и разрезов погребенных почв (В); условная схема расположения курганных конструкций (I-IV), погребений и погребенных почв (разрезы Бл1п-Бл5п) на одной бровке (С).

Первая и вторая конструкции выделялась в бровках Болдыревского кургана серо-коричневым цветом, а верх был укреплен тонкой (не более 10 см) неравномерной по толщине желто-палевой обмазкой.

Радиоуглеродные даты получены по пяти образцам, отобранном из П4 (самое раннее по археологическим данным), П3 и П5 (последнее – самое позднее по стратиграфии) в радиоуглеродных лабораториях Института географии РАН и Санкт-Петербургского ГПУ им. Герцена. Даты показывают значительный разброс и в большинстве явно находятся в противоречии с данными археологической стратиграфии и палеопочвоведения. Из всех полученных радиоуглеродным методом дат наиболее

приемлемой может считаться значение для П4, полученное по кости человека  $4690 \pm 25$  BP, 3439–3378 лет cal BC (IGAN-8682, AMS). Они дают возможность отнести это погребение к концу репинского этапа ямной культуры. А также дата для П5 по фрагменту органической подстилки  $4300 \pm 70$  BP, 3025–2873 лет cal BC (SPb\_3386), позволяющая отнести это погребение к началу развитого этапа А ямной культуры (Morgunova, Khokhlova 2020).



Рисунок 20. Вид сверху на рвы курганных конструкций I и II, погребение 5 (П5) между ними (фото А.А. Файзуллин).

В ходе исследования изучали земляные конструкции кургана и погребенные под ними почвы, а также обмазку вокруг основного погребения в кургане и фоновые современные почвы. Разрез Бл1п-19 был заложен под первой курганной конструкцией около центральной бровки, западный фас в 10 м к югу от центра (рисунок 19 В, С). Высота перекрывающей толщи в месте заложения разреза составляла 2.5 м. Вдоль западной бровки, восточный фас, где эта срезка была наиболее хорошо видна, заложили 3 разреза: Бл2п-19 (21–24 м к югу от центра, под четвертой конструкцией), Бл3п-19 (13–14 м к северу от центра под третьей конструкцией – основное погребение) и Бл4п-19 (10–12 м к югу, под второй конструкцией) (рисунок 19 В). Стоит отметить, что в разрезе Бл3п-19 погребенная почва срезана на 15 см, Бл4п-19 – на 25 см, а разрезы Бл2п-19 и Бл5п-19 заложены под несрезанной поверхностью погребенной почвы. Глубина срезки

профилей определялась по общей мощности окрашенной гумусом толщи и по наличию обмазки по поверхности срезанной погребенной почвы, которая как бы фиксировала срезку. Разрез фоновой почвы, Блбф-19, заложили на залежи в 50 м к юго-западу от края кургана (буква «п» в номере разреза указывает, что почва погребенная, буква «ф» - фоновая/современная).

### ***Ключевой участок Бейсужек IX***

Объект исследования – курган 1 в курганной группе Бейсужек IX, расположенный в границах Кореновского района Краснодарского края (45°28'47"N, 39°20'44"E) (рисунок 21). Курган попал в зону строительства железнодорожной ветки через Краснодарский край в сторону Крыма и раскапывался археологами Научно-исследовательского центра по сохранению культурного наследия, г. Саратов, в ходе охранно-спасательных работ под руководством Половинкиной Ю.В., Белинского А.Б. Высота кургана составляла более 4 м, диаметр – около 100 м. Курган 1 расположен на первой либо второй надпойменной террасе р. Левый Бейсужек.

***Конструкция кургана.*** В кургане 1 были выделены три этапа строительства и совершения захоронений. Первый и второй этапы по археологическим данным относятся к новотиторовской культуре, конец раннего-начало среднего бронзового века, 4500-4100 л.н. Третья конструкция сооружена представителями катакомбной культуры, 4100-3800 л.н., в эпоху средней бронзы. Датирование погребений и сооруженных над ними курганных конструкций было проведено в соответствии с разработками хронологии археологических культур для Краснодарского края (Гей, 2002).

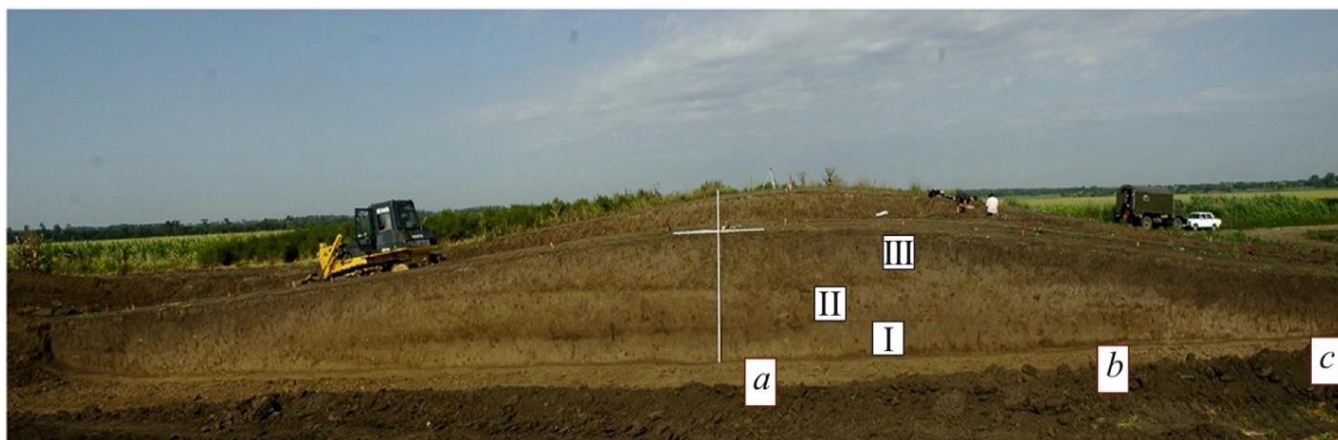


Рисунок 21. Курган Бейсужек IX, восточная бровка, восточный фас. Три этапа строительства кургана 1: курганные конструкции I-III, расположение почвенных разрезов а – Бсж1п-17; b – Бсж2п-17; c – Бсж3п-17.

Племена новотиторовской культуры занимали территорию Восточного Приазовья на правом берегу среднего и нижнего течения Кубани. В самой ранней курганной конструкции четко читались сизые блоки-кирпичи, использовавшиеся древними строителями для сооружения курганной конструкции (рисунок 22). Подобные блоки встречались ранее в больших курганах эпохи ранней бронзы (майкопская культура) на Ставрополье (Хохлова и др., 2017). Тогда как периферия кургана была заметно больше окарбоначена и изрыта землероями. В кургане было выделено 3 разновременных насыпи, которые хорошо читались при полевых морфологических исследованиях. Каждая из последующих конструкций перекрывала и выходила за границы предыдущей: вторая перекрывала первую и также нетронутую почву рядом с первой; и третья перекрывала вторую полностью и также – не перекрытую ранее почву рядом со второй конструкцией.

Максимальная мощность первой курганной насыпи в центральной бровке (западный фас) составляла 1.8 м, второй - 90-100 см, а третья насыпь была немного смещена относительно центра, поэтому ее максимальная высота зафиксирована в западной бровке, где она составила 100-110 см, а в центральной бровке – не более 100 см. От центра к периферии было заложено 3 разреза четко отделенных выкидом (рисунок 21, 22).

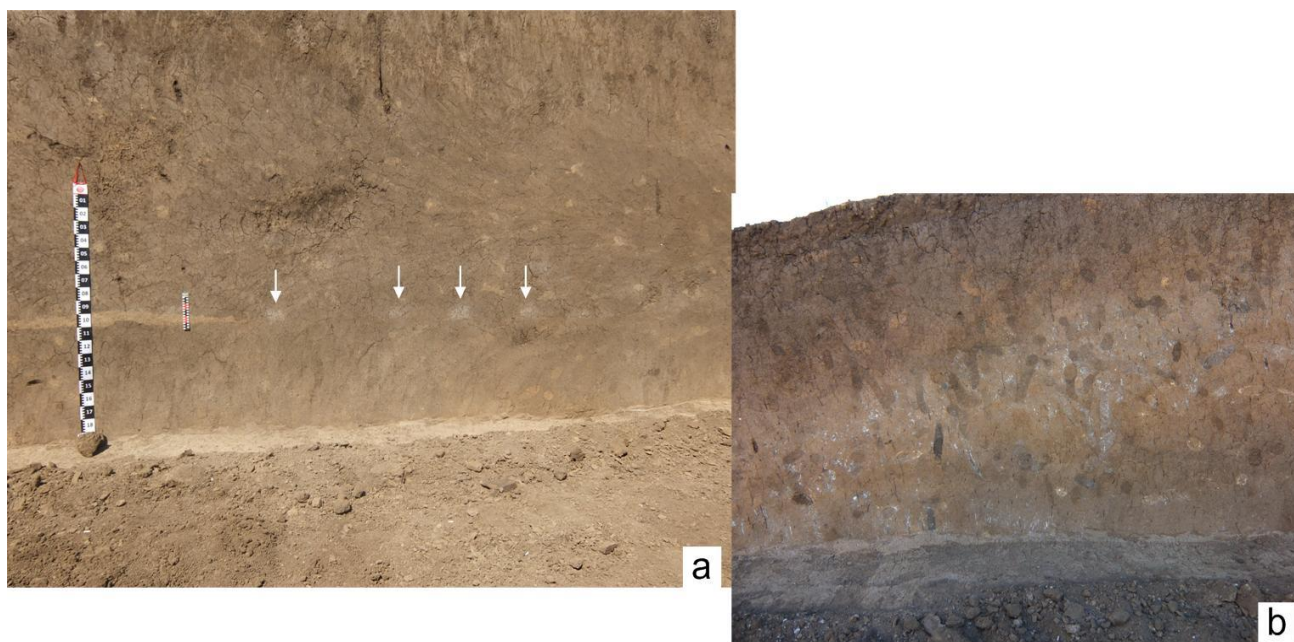


Рисунок 22. Западная бровка восточный фас, первая погребенная почва под самым ранним курганом (а) и южное окончание этой же бровки (б). Стрелками на рисунке За показаны сизые блоки-кирпичи в первой курганной конструкции.



Под первой насыпью, расположенной в центре кургана, был заложен разрез Бсж1п-17, под двумя другими на периферии кургана – разрезы Бсж2п-17 и Бсж3п-17. Фоновый разрез получил номер Бсж4ф-17 (буква «п» в номере разреза указывает, что почва погребенная, буква «ф»-фоновая/современная).

### ***Ключевой участок Шумный***

Курган Шумный расположен в Усть-Лабинском районе, в центре степной части Краснодарского края, недалеко от ст. Тенгинская. Координаты центральной точки кургана R – 45°9'22.865"N 40°2'54.788"E. Раскопки проводились под руководством И.А. Козмирчука в ходе охранно-спасательных работ. Курган находится на междуречье рек Малый Зеленчук и Средний Зеленчук (притоки р. Кубань), с абсолютными высотами 108.1-112 м. По данным топографической карты L-37-105 (М:100000) вершина кургана находится на отметке 111.9 м (триангуляционная точка). Водораздельная поверхность ровная, со слабым уклоном менее 1° в сторону долины р. Малый Зеленчук, занята сельскохозяйственными угодьями с зерновыми культурами.

***Конструкция кургана.*** Диаметр кургана составляет 74 м, высота – 3.5 м. Курган характеризовался округлой формой, в сечении сегментовидный близкий к конусу с уплощенной вершиной (рисунок 23). На ней была расположена железная трехгранная триангуляционная вышка. Периферическая часть кургана распахивались. Через юго-западную полу кургана проложен действующий газопровод. До его строительства, очевидно, курган был выше. Бровки кургана (стенки траншеи через курган) были ориентированы с С-С-В на Ю-Ю-З и с З-С-З на В-Ю-В. Центр кургана был смещен к северу из-за недавних строительных работ. В центре кургана на уровне поверхности сохранившейся погребенной почвы было найдено несколько разрушенных майкопских погребений (~5700-5000 л.н.), перекрывающая курганная конструкция вероятно была уничтожена в ходе сооружения более поздних конструкций и не сохранилась. Все датировки приведены на основе археологических данных.

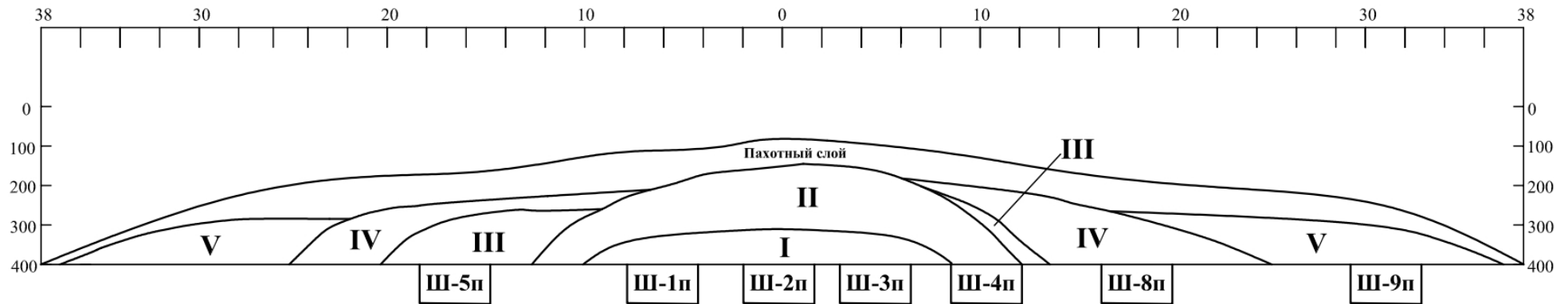


Рисунок 23. Фото начало раскопок кургана Шумный и условная схема курганных конструкций (I-V) и погребенных под ними почв (разрезы Ш-1п – Ш-5п, Ш-8п и Ш-9п) (схема является условной, в связи с тем, что многие разрезы были заложены на перпендикулярных бровках или на одной и той же бровке, но на разных стенках, и такое расположение невозможно показать на двухмерном рисунке).

Наиболее ранним погребением, с сохранившейся над ним первой курганной конструкцией (КК I) являлось погребение 6. Оно принадлежало к северокавказской раннекатакомбной культуре (4800-4700 л.н.). Под КК I было заложено 3 почвенных разреза (буква «п» в номере разреза указывает, что почва погребенная, буква «ф»- фоновая/современная) – Ш-1п, Ш-2п и Ш-3п (рисунок 23). Над КК I были расположены КК II и III, датированные раннекатакомбным временем (4700-4500 л.н.), под каждой из которых изучен почвенный разрез, Ш-4п и Ш-5п, соответственно. КК IV связана с позднекатакомбным временем (4500-4200 л.н.), под ней изучен разрез Ш-8п. КК V перекрывала КК IV и фиксировалась только по краям кургана, так как в центре была разрушена установкой триангуляционного знака и распашкой, под ней изучен разрез Ш-9п (рисунок 23). Возведение КК V относится к финалу бронзового века, срубной культуре, 3500-3000 л.н. Также в непосредственной близости от кургана изучены две фоновые почвы – разрез Ш-6ф и Ш-7ф.

### ***3.2. Полевые работы***

Во время полевых работ проводилось ландшафтное описание объектов исследования, которые включали в себя: расположение объекта, описание растительного покрова, почвообразующей породы, морфологическое строение почв и курганных конструкций. Все палеопочвенные разрезы закладывались не на досыпках, а на исходной, чаще всего ненарушенной поверхности вблизи основного погребения, совершенного под конкретной курганной конструкцией. Дневная поверхность погребенных почв по возможности определялась по расположению выкидов из могил, которые представляли из себя материал из глубоких горизонтов почв, как правило, палево-желтого цвета и являлись наиболее ярким маркером, поскольку контрастно оттеняли древнюю дневную поверхность темно-серого или черного гумусового горизонта. Верхняя часть погребенных почв была изучена в пределах всех бровок курганов на предмет проявлений микрорельефа и видимых антропогенных нарушений. Разрезы фоновых почв располагались на том же элементе ландшафта, что и подкурганные палеопочвы, почвы не были срезаны, но в некоторых случаях распахивались.

В ходе раскопок было проведено полевое морфологическое описание почвенных профилей и земляных конструкций. Все почвы были описаны единообразно и

классифицированы, как по классификации почв СССР и России 1977 и 2004, так и по WRB-2022.

Таким образом, во всех исследованных курганах были выявлены горизонтальные хроноряды, состоящие из погребенных под разновременными курганными конструкциями почв. В кургане Ессентукский I изучены хроноряд из четырех палеопочв, а также одна современная почва и четыре курганные конструкции. В кургане Болдырево IV – хроноряд из пяти палеопочв, одна современная почва, четыре курганные конструкции и обмазка вокруг основного погребения. В кургане Бейсужек IX – хроноряд из трех палеопочв, одна современная почва и три курганные конструкции. В кургане Шумный – хроноряд из семи палеопочв, две современных почвы и пять курганных конструкций. Изучение палеопочв хронорядов проводилось с учетом их диагенетических изменений после погребения.

В каждом из изученных разрезов до глубины 100 см образцы отбирались с интервалом 10 см, глубже отбор проводился с интервалом 20 см, из основных курганных конструкций с повторностями ( $n = 3$ ). Также отобраны образцы для палинологического анализа в верхних (0-5) см из профилей погребенных почв и для фитолитного анализа из материала курганных конструкций.

### ***3.3. Лабораторные работы***

На камеральном этапе работ проводилась пробоподготовка отобранных образцов к проведению физико-химических анализов. Почвенные образцы высушивались и затем отбирались корни растений. Далее пробы почв перетирались в фарфоровых ступках фарфоровыми пестиками и просеивались через сита с диаметром ячеек 1 мм для общих анализов; в агатовой ступке и через сита с диаметром ячеек 0,25 мм - для определения содержания органического вещества, магнитной восприимчивости; также в фарфоровых ступках резиновыми пестиками и просеивались через сита с диаметром ячеек 1 мм для анализа гранулометрического состава и общих физико-химических анализов. Определены и измерены: 1) общее содержание углерода – методом Тюрина в модификации Антоновой с соавт (1984) с титриметрическим окончанием; 2)  $\text{CO}_2$  карбонатов – манометрически по разнице давлений в контроле и образце в герметичных сосудах с резиновыми пробками, в которых образцы реагировали с 10%-ной соляной кислотой, результаты пересчитывали на С ( $\text{C}_{\text{карб}}$ ) (Воробьева, 2006); Содержание

органического углерода ( $C_{орг}$ ) вычислялось вычитанием  $C_{карб}$  из содержания С общего.

3) потери при прокаливании (ППП) – нагрев образца до  $900^{\circ}C$  в течение 1 ч (Аринушкина, 1970); 4) обменные катионы  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  были определены по Шмуку (Воробьева, 2006),  $K^{+}$  и  $Na^{+}$  – методом Шолленбергера (вытеснение катионов раствором ацетата аммония), с последующим определением  $K^{+}$  и  $Na^{+}$  пламенно-фотометрическим методом, а  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  – комплексометрически (Аринушкина, 1970); 5) гранулометрический состав – методом пипетки с использованием пирофосфата натрия для диспергирования, фракции рассчитаны на абсолютно сухую навеску с учетом определения гигроскопической влаги (Вадюнина, 1986); 6) магнитная восприимчивость (МВ) – в лабораторных условиях с помощью прибора Carrabridge KLY-2 в Центре коллективного пользования ИФХиБПП РАН, г. Пущино. Для обработки результатов исследований и построения графиков использовали программы Microsoft Excel, CorelDraw.

Микроморфологический анализ шлифов и фотографирование проведены на микроскопе AxioScope A1 Carl Zeiss (Германия) в ЦКП ИФХиБПП РАН. При проведении микроморфологического анализа использованные термины соответствуют общепринятым (Герасимова и др., 2011). При изучении шлифов из курганных конструкций тщательно фиксировалось наличие признаков антропогенного происхождения. Основные микроморфологические особенности изученного материала земляных конструкций, а также расшифровка технологического процесса по наблюдаемому микростроению проведены по имеющемуся своду микроморфологических данных археологических исследований (Cammis, 2018).

Микробиоморфный анализ для материала курганных конструкций выполнен Гольевой А.А. в Институте географии РАН. Палинологический анализ для погребенных почв проведен Трегуб Т.Ф. в лаборатории биостратиграфии при кафедре исторической геологии и палеонтологии Воронежского государственного университета.

## ГЛАВА 4. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ

Для реконструкции природных условий степной зоны Восточно-Европейской равнины во второй половине голоцена необходимо проследить изменение макро-, микроморфологических и физико-химических свойств в погребенных и современных почвах и сопоставить их между собой. На основе изучения коротковременных и более длительных педохронорядов выявлены основные диагностические признаки, которые отражают изменение степени увлажненности климата в степной зоне. К таковым отнесены степень зоотурбации, цвет гумусового горизонта по шкале Манселла, содержание органического углерода, профильное распределение и глубина залегания максимума содержания карбонатов, формы карбонатных новообразований на микро- и макроуровнях, содержание гипса, обменного натрия, величина магнитной восприимчивости, а также некоторые микроморфологические особенности и изменение видового состава растений в палинологических спектрах..

Важно подчеркнуть, что изученные погребенные и современные почвы для каждого ключевого участка сформировались на аналогичной литогенной основе, как почвообразующей, так и подстилающей, в пределах одной формы рельефа со схожим гипсометрическим уровнем, что позволяло при сравнении их свойств замеченные отличия относить на счет изменявшихся климатических условий.

### **4.1. Ключевой участок «Ессентукский I»**

#### *4.1.1. Морфологическое описание профилей почв*

Морфологический анализ показал, что погребенные почвы имели следующее строение профиля: Ahkb (глубина до 45 см), AhVkb (до 80 см), B1kb (до 120 см), B2kb (до 150 см) и BCkb–Ckb (до 200 см) (рисунок 24). Все разрезы вскипали от HCl с поверхности. От центра к периферии кургана наблюдалось четкое усиление степени окисленности и перерывности землероями верхних горизонтов погребенных почв. Верхний гумусовый горизонт палеопочв разрезов Ec1п-18, Ec2п-18, Ec3п-18 имеет схожие характеристики: серый цвет почвенного материала с белесым оттенком от карбонатной пропитки (10YR 3/2–4/2 – темный серовато-коричневый), комковатая структура, изрытость, червеходы протяженные и прокрашены гумусом. Палеопочва

разреза Ес4п-18 отличается по цвету гумусового горизонта – 10YR 5/2 – серовато-коричневый, светлее предыдущих, белесый оттенок в местах скопления карбонатного псевдо-мицелия достигает градаций в цвете 2.5YR 8/1 – белый, червеходы чаще окарбонаты, чем покрашены гумусом. Если в верхних горизонтах первых трех разрезов карбонаты не имеют сегрегированных форм и представлены в виде слабой пропитки, то в разрезе Ес4п-18 наблюдается четко выраженный псевдомицелий. Во всех профилях в горизонтах Вкб встречается белоглазка, но если в первых трех профилях она имеет нечеткие расплывчатые границы, диаметр не превышает 3, редко 5 см, встречается уверенно с глубины 110–120 см, то в разрезе Ес4п-18 диаметр белоглазки в большинстве случаев около 5 см, она начинает встречаться с глубины 80 см. Лишь в этой почве на глубине 170–200 см четко идентифицируются прожилки гипса, в остальных трех почвах слабый блеск от этих прожилок виден лишь в дне разреза. Почвы первых трех разрезов классифицированы как черноземы обыкновенные мощные легкоглинистые на карбонатных лёссовидных глинах (1977) или миграционно-сегрегационные (2004) (Calcic Chernozems (Loamic, Pachic)), почва четвертого разреза – чернозем южный легкоглинистый на карбонатных лёссовидных глинах (1977) или сегрегационный (2004) (Haplic Calcisol (Loamic)) (Приложение 1).

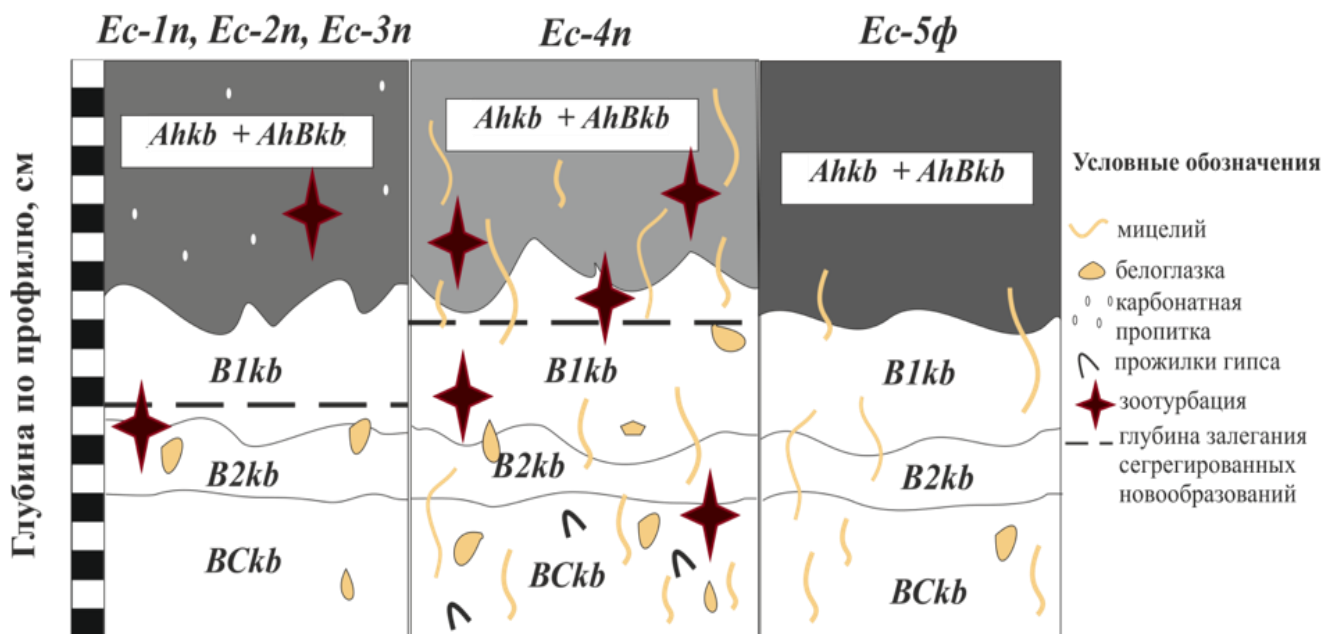


Рисунок 24. Морфологическое строение профилей почв, погребенных под курганом Эссентукский I.

Профиль изученной современной почвы идентичен по набору горизонтов и их мощности, за исключением верхнего бывшего пахотного горизонта, который за время нахождения почвы в залежном состоянии начал разрыхляться корнями травянистой растительности, верхние 10 см уже представляют собой густо переплетенную корнями дернину, граница бывшего пахотного горизонта выражена неясно на глубине 20–25 см. Карбонатные налеты по граням педов и псевдомицелий появляются на глубине 60 см, которые сменяются горизонтом хорошо выраженного карбонатного псевдомицелия до 120 см, ниже отмечаются пятна белоглазки с неясными границами, прожилок гипса заметно не было. Современная почва так же, как и почвы в первых трех разрезах, классифицируется как чернозем обыкновенный мощный легкоглинистый на карбонатных лёссовидных глинах (1977) или миграционно-сегрегационный (2004) (*Calcic Chernozems (Loamic, Pachic)*).

#### *4.1.2. Микроморфологический анализ*

Микроморфологический анализ позволяет отметить, что во всех трех рассматриваемых разрезах в горизонте Ahb, 5–10 см, хорошо заметны признаки биогенной активности – выбросы мезофауны в порах; а также окарбоначенность тонкодисперсной массы (ТДМ) (рисунок 25 а-в). Множество зерен биогенных карбонатов, представляющих собой обломки раковин моллюсков, присутствует как в рассматриваемом горизонте, так и в других горизонтах во всех изучаемых почвах, мы отнесли этот признак к литогенному окарбоначиванию и в дальнейшем не обсуждаем. В разрезе Ес1п-18 отмечаются пятна ожелезнения поверх ТДМ, а степень окарбоначенности почвенной массы в целом слабая. В почве разреза Ес4п-19 биогенные выбросы и поры покрыты игольчатым кальцитом, пропитка ТДМ карбонатами существенно больше, встречаются отдельные зерна спарита.

В современной почве разреза Ес5ф-18 отмечаются свежие растительные остатки, видны отдельные зернистые агрегаты, ТДМ имеет железисто-глинистый состав, пропитка карбонатами ТДМ очень слабая. В горизонте AhBb, 60–65 см, биогенные признаки сохраняются – выбросы мезофауны и зернистые агрегаты, увеличивается степень пропитки ТДМ карбонатами по сравнению с вышележащим горизонтом (рисунок 25 г, е). В разрезе Ес4п-18 отмечаются микроучастки уплотнения карбонатной ТДМ с порами-каналами, в которых располагаются карбонатные стяжения, сложенные микритом. Иногда такие же стяжения отмечаются в почвенной массе (рисунок 25 д). В



горизонте В1кб, 82–87 см, биогенное измельчение почвенной массы фрагментарное, почвенная масса консолидирована и пропитана карбонатами (рисунок 25 ж-и). Но лишь в разрезе Ес4п-18 карбонатные стяжения, сложенные микритом и игольчатым кальцитом, присутствуют в порах-каналах (рисунок 25 з).

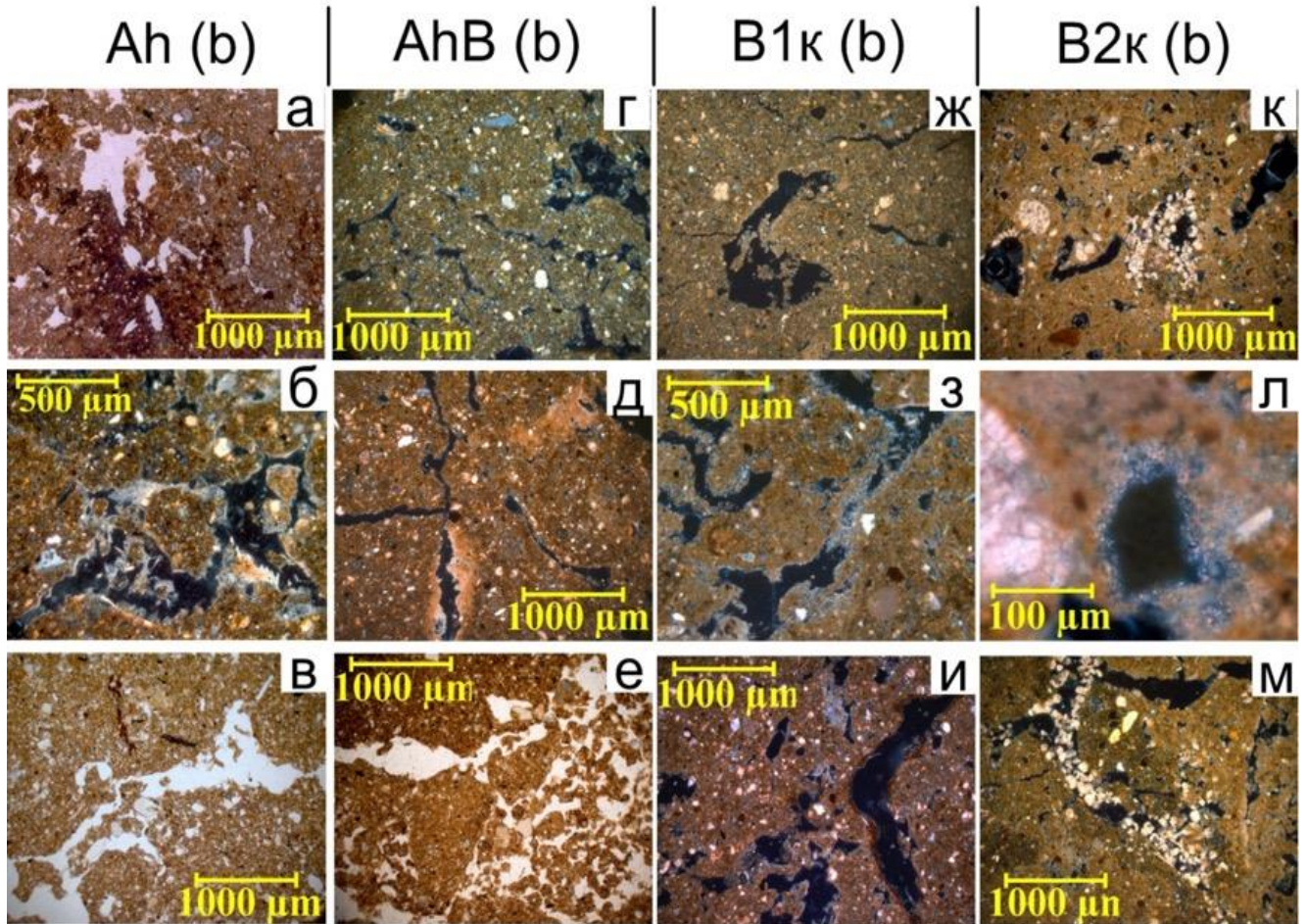


Рисунок 25. Микроморфологическое строение почв КУ Эссентукский I, вверху обозначены почвенные горизонты, а, г, ж, к – разрезы Ес1п-18; б, д, з, л – разрез Ес4п-18; в, е, и, м – разрез Ес5ф-18. Фото а, в, е сняты без анализатора, остальные – с анализатором.

В разрезе Ес5ф-18 очень мелкие карбонатные стяжения, сложенные мелкоигольчатым кальцитом, отмечены в округлых пустотах и порах-камерах (рисунок 25 и). В горизонте В2кб, 142-147 см, во всех почвах отмечается максимальная в профиле степень окарбоначенности ТДМ, здесь присутствуют мелкие микритовые карбонатные стяжения, а в порах – скопления спаритовых зерен (рисунок 25 к-м). Лишь в разрезе Ес4п-18 зафиксированы мелкие, видимые лишь при самом большом возможном при

просмотре под световым микроскопом увеличении гипсовые кристаллы (рисунок 25 л, центр кадра).

#### 4.1.3. Определение гранулометрического состава

Анализ гранулометрического состава показывает, что в исследуемых почвах физическая глина (размер частиц  $<0.01$  мм) составляет от 60 до 70%, физический песок (размер частиц  $>0.01$  мм) от 30 до 40%, а илистая фракция (размер частиц  $<0.001$  мм) до 37% (рисунок 26 А, Б). Распределение этих фракций по профилям как погребенных, так и современных почв позволяет сделать вывод о том, что рассмотренные профили однородны по гранулометрическому составу, который можно охарактеризовать по классификации Н.А. Качинского как легкая глина. Следовательно, мы можем сравнивать остальные измеренные свойства наших почв напрямую, без расчета их относительных величин.

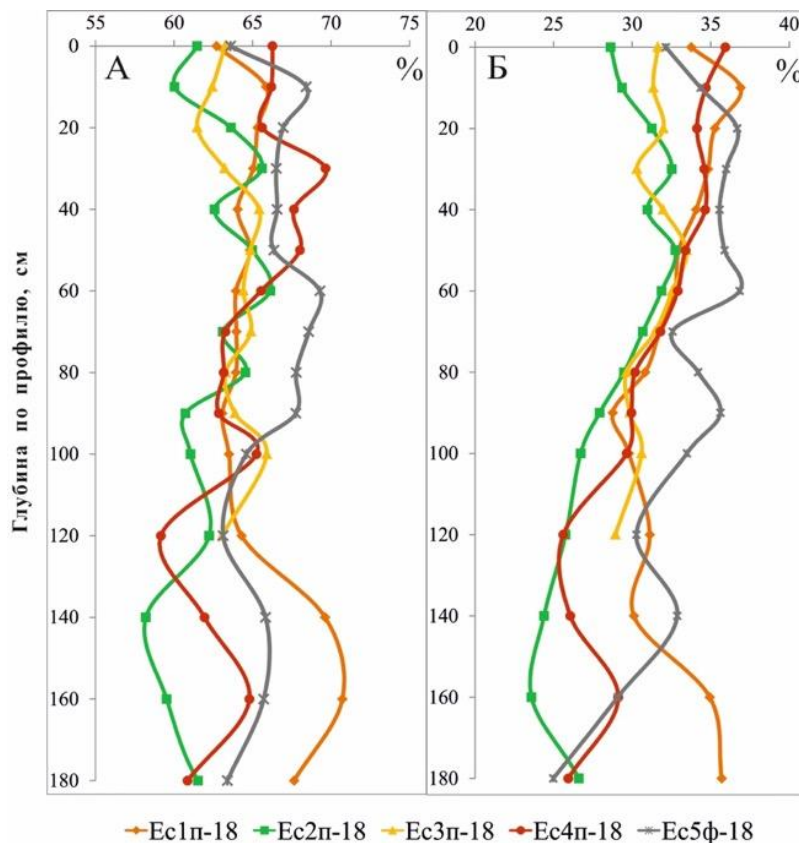


Рисунок 26. Профильное распределение А - илистой фракции ( $<0,001$  мм); Б – физической глины ( $<0,01$  мм) (%) профилей почв ключевого участка Ессентукский I.

#### 4.1.4. Определение углерода органического и карбонатного, гипса

Содержание органического углерода ( $C_{\text{орг}}$ ) во всех палеопочвах меньше по сравнению с современной почвой, что обусловлено диагенетической минерализацией

органического вещества в процессе погребения почв (рисунок 27 А). В современной почве верхний гумусовый горизонт содержит 3.3%  $C_{орг}$  против 1% на тех же глубинах в палеопочвах. Для современной почвы отмечается аккумулятивный тип распределения органического гумуса накоплением с поверхности при постепенном падении содержания с глубиной. Содержание  $C_{орг}$  в погребенных почвах также постепенно снижается и колеблется в пределах 0.3–0.5% во втором метре профиля.

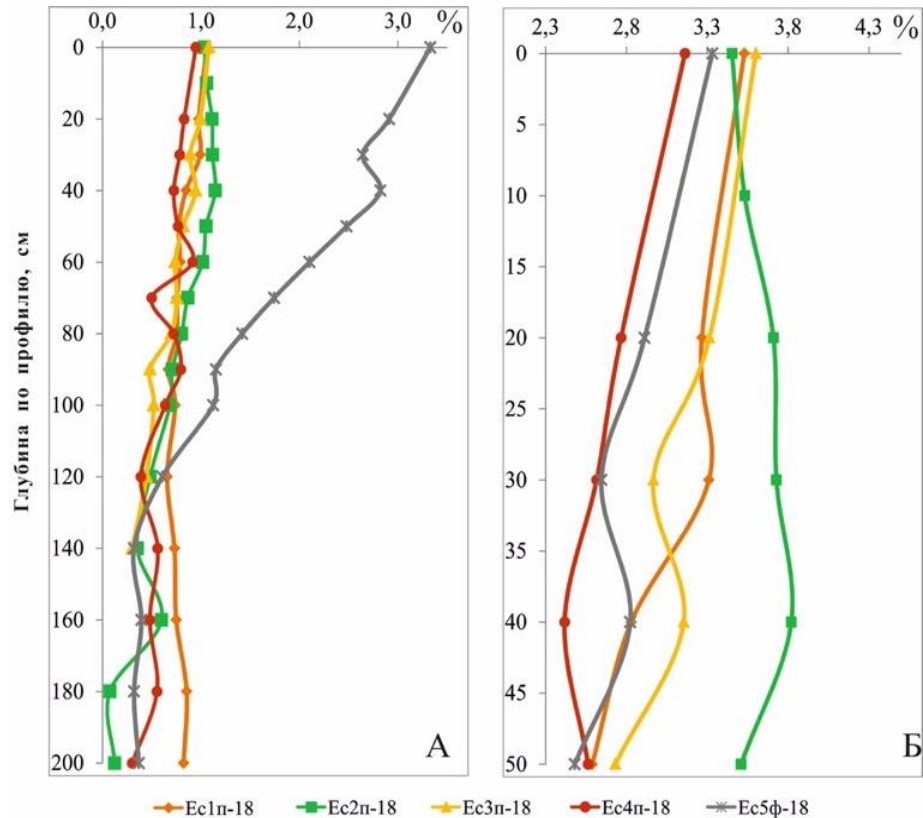


Рисунок 27. Содержание А - органического углерода, Б - реконструированное содержание органического углерода (%) изученных профилей почв ключевого участка Эссентукский I.

Среди погребенных почв наименьшие значения  $C_{орг}$  в верхнем полуметре наблюдаются в палеопочве, погребенной в конце строительства кургана – разреза Ec4п-18, а наибольшие – в разрезе Ec2п-18. Наиболее четкая разница видна при пересчете данных на исходное содержание  $C_{орг}$  до захоронения, когда предполагается, что в палеопочвах за более чем 5000-летний период минерализовалось до 70% от исходного содержания этого вещества (Иванов, 1992). Можно отметить, что исходное содержание  $C_{орг}$  в палеопочвах разреза Ec1п-18, Ec2п-18, Ec3п-18, погребенных поочередно друг за другом, сопоставимо с содержанием в современной почве, если учесть небольшое

убывание органического вещества из верхнего горизонта современной почвы в результате былой распашки. Тогда как в разрезе Ес4п-18 исходное содержание  $C_{\text{орг}}$  практически во всем верхнем полуметре меньше, чем в современной залежной почве (рисунок 27 Б).

В распределении углерода карбонатов ( $C_{\text{карб}}$ ) по профилям изученных почв (рисунок 28 А) отмечается ясная тенденция увеличения его содержания в нижней части профиля. В верхнем полуметре профиля значения содержания  $C_{\text{карб}}$  в палеопочвах варьируют от 1.2 до 2.0%, при этом максимальные показатели в этой части профиля характерны для разреза Ес4п-18. В фоновых почвах содержание  $C_{\text{карб}}$  по профилю увеличивается от 0.9% в верхней части профиля до 3.0% в средней части. Максимумы профильного содержания  $C_{\text{карб}}$  для палеопочвы разреза Ес4п-18 отмечаются на глубине 70 и 120 см, а для всех остальных почв, включая современную, максимумы расположены ниже – на глубине 90 и 140–160 см. В верхней части профиля современной почвы примерно до глубины 60 см содержание  $C_{\text{карб}}$  заметно меньше, чем в погребенных почвах.

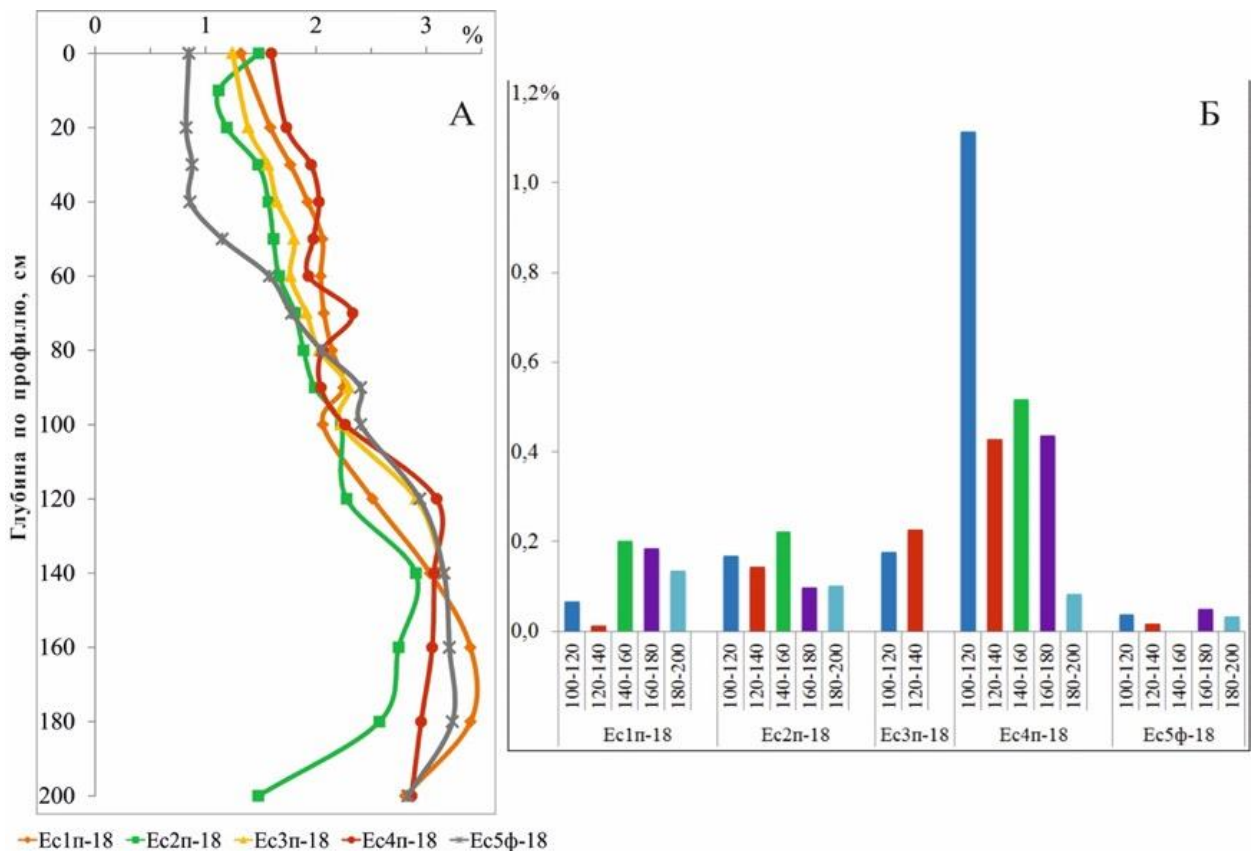


Рисунок 28. Содержание А - углерода карбонатов, Б – гипса ( $SO_4$ ) во втором метре (%) изученных профилей почв ключевого участка Ессентукский I.

В содержании гипса четко прослеживается увеличение во втором метре профиля палеопочв рассматриваемого коротковременного хроноряда от начала к концу строительства кургана. Максимальное значение отмечается в палеопочве Ес4п-18 на глубине 100–120 см и составляет 1.1%. В трех других погребенных почвах и в современной значения не превышают 0.3% (рисунок 28 Б).

#### 4.1.5. Определение состава обменных оснований

В составе обменных оснований во всех изученных почвах, безусловно, преобладает кальций, составляя более 75% от суммы катионов. Содержание магния колеблется от 8% в современных почвах до 21% в палеопочвах разрезов Ес1п-18, Ес2п-18, Ес3п-18, и от 23 до 29% в разрезе Ес4п-18 (рисунок 29). Скорее всего, это связано со спецификой литогенного фона данной территории – обогащение исходных почвообразующих пород обменным магнием. Вместе с тем и содержание обменного Na заметно различается в почвах рассматриваемого хроноряда. В палеопочве Ес4п-18, погребенной последней в изучаемом коротковременном хроноряду, отмечается наибольшее содержание как обменного натрия, так и магния в составе обменных оснований. Содержание обменного Na достигает 4.4% во втором метре профиля. В других палеопочвах значения содержания этого элемента в составе обменных оснований колеблются от 0.7 до 3% по всему профилю. Современные почвы характеризуются наименьшим содержанием обменного натрия – от 0.3 до 0.9% по всему профилю (рисунок 29).

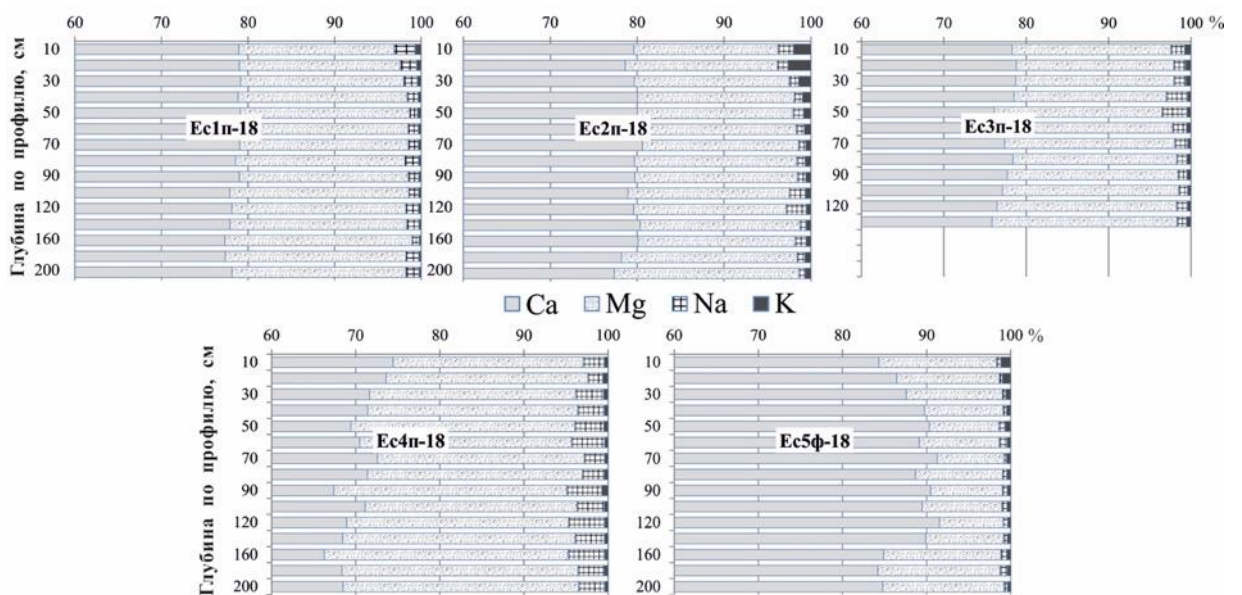


Рисунок 29. Содержание обменных оснований (%) почв ключевого участка Эссентукский I.

#### 4.1.6. Определение магнитной восприимчивости

Для оценки распределения и состояния соединений железа в почвах и ландшафтах используется величина магнитной восприимчивости почв, которая измеряется инструментально и выражается величиной  $\chi$  в единицах СИ. Если магнитная восприимчивость измеряется в лабораторных условиях с учетом массы навески, она называется удельной. Величина магнитной восприимчивости зависит от факторов почвообразования.

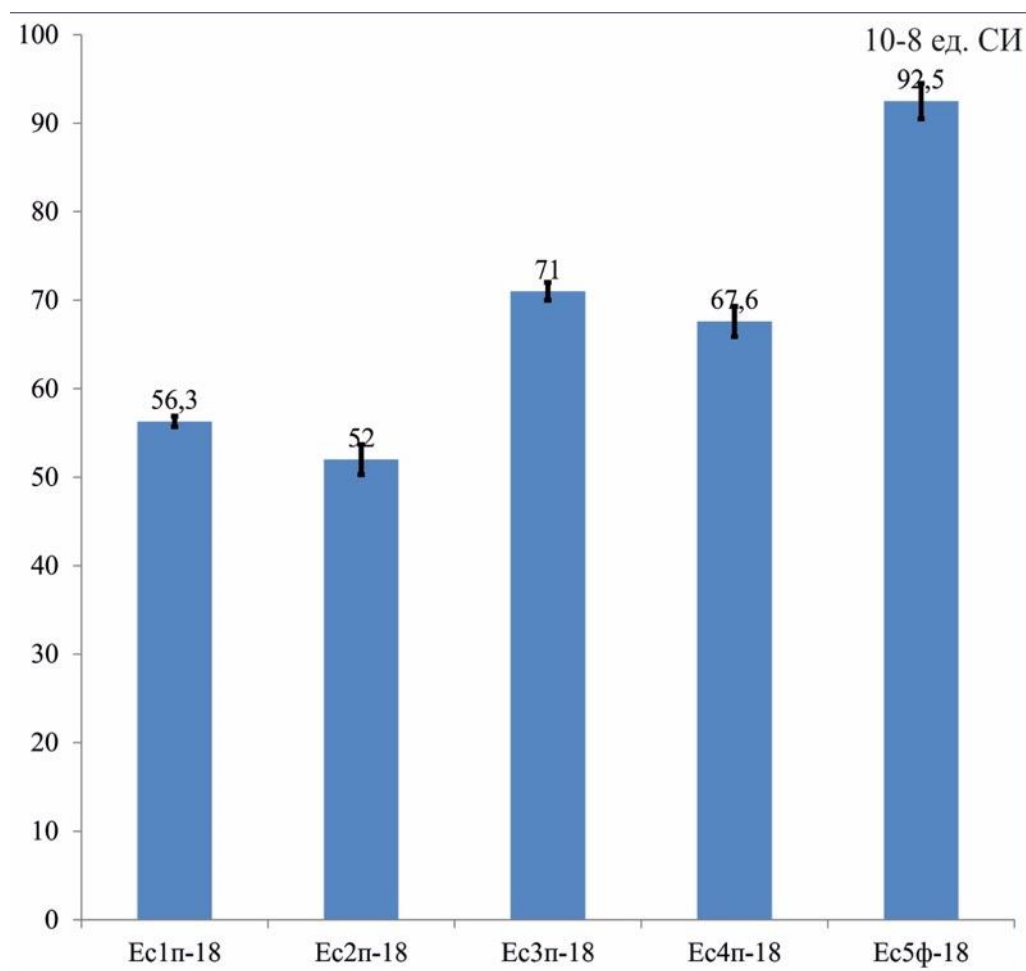


Рисунок 30. Распределение величин удельной магнитной восприимчивости (МВ, MS,  $\chi$  ( $10^{-8}$  ед. СИ)) по профилям почв ключевого участка Ессентукский I.

Как показали исследования последних лет (Alekseeva et al., 2007), существует прямая связь между приростом магнитной восприимчивости в почвенном профиле и среднегодовыми атмосферными осадками: чем больше осадков, тем больше магнитная восприимчивость в автоморфных почвах степной зоны. Это объясняется реакцией железоредуцирующих бактерий, находящиеся в гумусовом горизонте, которые реагируют на климатические изменения (Заварзина и др., 2003). При педогенезе

происходит изменение  $\chi$  почв по сравнению с  $\chi$  материнской породы, величина которой зависит от факторов почвообразования. В автоморфных почвах, развивающихся в окислительных условиях, величина  $\chi$  по сравнению с почвообразующей породой возрастает, а в восстановительных, как правило, – уменьшается (Вадюнина, Бабанин, 1972).

По нашим наблюдениям при заметной доле в составе обменных оснований обменного магния и натрия величина магнитной восприимчивости обратно коррелирует с этими величинами. Анализируя полученные данные (рисунок 30) отмечаем, что современные почвы характеризуются наибольшими значениями  $\chi$  по сравнению с палеопочвами. Величина удельной магнитной восприимчивости, измеренной в верхних 0–10 см профилей палеопочв, колеблется от  $52 \times 10^{-8}$  до  $71 \times 10^{-8}$  ед. СИ, тогда как в современных почвах отмечаются величины  $>92 \times 10^{-8}$  ед. СИ. Некоторое уменьшение величин  $\chi$  в почвах разрезов Ес1п-18 и Ес2п-18 по сравнению с остальными подкурганными почвами мы связываем с их диагенетическим изменением в результате влияния материала глеевого горизонта, выложенного на их поверхность. А в тех почвах, которые не затронуты “диагенетическим ожелезнением” сверху, прослеживается обратная связь с долей обменных магния и натрия в сумме обменных оснований.

#### 4.1.7. Спорово-пыльцевой анализ

На диаграмме, составленной по данным спорово-пыльцевого анализа (Приложение 2, таблица 1), выделены три палинозоны (рисунок 31).

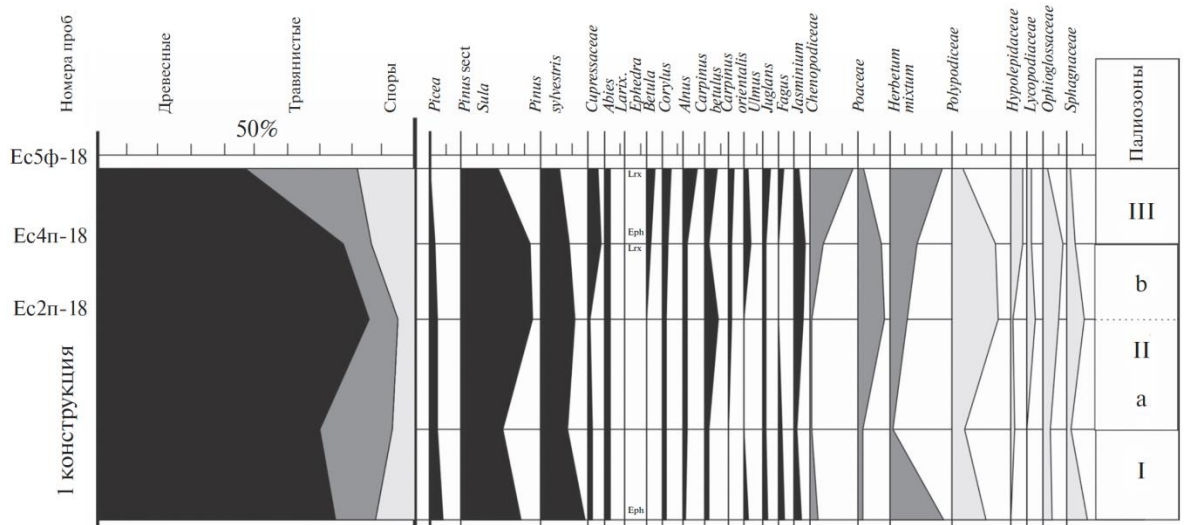


Рисунок 31. Спорово-пыльцевая диаграмма погребенных, современных почв и слоев курганной конструкции кургана Ессентукский I (составила Трегуб Т.Ф.).

- I палинозона объединила пробы-повторности, отобранные из материала первой грунтовой курганной конструкции над основным погребением. Здесь доминирует пыльца хвойных пород. Хвойные группировки слагались соснами секции *Sula* и сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*) с заметным участием ели (*Picea*) и единично пихтой (*Abies*) и можжевельником (*Juniperus*). Данные сообщества занимали в основном горные склоны. В долинах, ущельях были развиты буково-ореховые леса (*Fagus-Juglans*) с участием вяза (*Ulmus*), граба (*Carpinus*), реже – дуба (*Quercus*). Подлесок был образован лещиной (*Corylus avellana*) и жасминовыми куртинами (*Jasminium*). Ольховые (*Alnus*) заросли тяготели к береговой линии водоемов. Состав травянистого покрова отражает, в основном, луговые сообщества и травянистые группировки, характерные для полей и лесных опушек. Споровые растения, особенно заметные в пробе из оглеенного материала первой конструкции, и их состав указывают на близость переувлажненных грунтов с обилием сырых остатков древесины, а также на наличие небольших верховых сфагновых болот.

- II палинозона объединила пробы, отобранные из верхних 0–5 см погребенных под курганом почв, разрезов Ес2п-18 и Ес4п-18. Палинозона характеризуется развитием в долинах грабовых и буковых группировок, возможно, разрозненных территориально. По склонам широкое развитие получают грабинники (рисунок 33, палинозона IIa), которые в верхней части палинозоны уступают свою роль вязовым зарослям (рисунок 33, палинозона IIb). Высокие отметки склонов были заняты хвойными лесами, но количество ели заметно снижается по сравнению с I палинозоной. Климат, оставаясь достаточно теплым, становится суше, и в конечные фазы палинозоны в составе растительности появляется хвойник (*Ephedra*) – типичный ксерофит. Обилие в составе травянистой растительности представителей семейства злаковых (*Poaceae*) свидетельствует о заметном остепнении луговых сообществ на данном этапе. Состав спор указывает на близость водоема с частичным заболачиванием береговой линии.

- III палинозона отражает современное интегральное состояние растительного покрова на основании изучения пробы из верхних 0–5 см разреза Ес5ф-18. Наблюдается некоторый подъем границы развития хвойных лесов, на что указывает возрастание значения пыльцы можжевельника. Становятся разнообразнее в видовом отношении широколиственные леса с участием граба, вяза, ореха грецкого и бука. Грабинники расширяют свой ареал практически до прежних границ. Вблизи береговой линии



водоема развиты березово-ольховые заросли. Скотоводство приводит к тому, что выбитые скотом луга высокой поймы занимают лебедовые группировки, а пойменные участки и временно подтопляемые территории находятся под луговым разнотравьем. Среди спор заметную роль играют представители гиполеписовых (*Hypolepidaceae*), которые в экологическом отношении тяготеют к лесным опушкам, к горным смешанным лесам, лесным лугам.

#### 4.2. Ключевой участок «Болдырево IV»

##### 4.2.1. Морфологическое описание профилей почв

Морфологический анализ показал, что погребенные почвы имели следующее строение профиля: Ahb (глубина до 45 см), Ahkb (до 65 см) AhVkb (до 90 см), B1kb (до 120 см), BCkb (до 160 см) и R1–R2kb (до 200–245 см) (индексация горизонтов по WRB). Вскипание от HCl с 40 см. Гумусовый горизонт имеет окраску 10YR 4/2–4/4, ровную нижнюю границу. Карбонатно-аккумулятивный горизонт залегает на глубине 120–160 см, карбонатные аккумуляции представлены уплотненными горизонтально ориентированными полосами супесчаного материала, насыщенного и сцементированного карбонатным веществом – карбонатная пропитка. Видимых аккумуляций гипса в профиле почв не обнаружено. Профили почв изрыты, начиная с нижней границы гумусового горизонта и заканчивая нижней границей горизонта BCkb, в подстилающем грубозернистом песке (горизонт R) нор не отмечено (рисунок 32 а-е). Погребенные почвы классифицированы как чернозем обыкновенный (1977) или миграционно-сегрегационный (2004) супесчаный (Eutric Arenosols (Protocalcic, Humic).

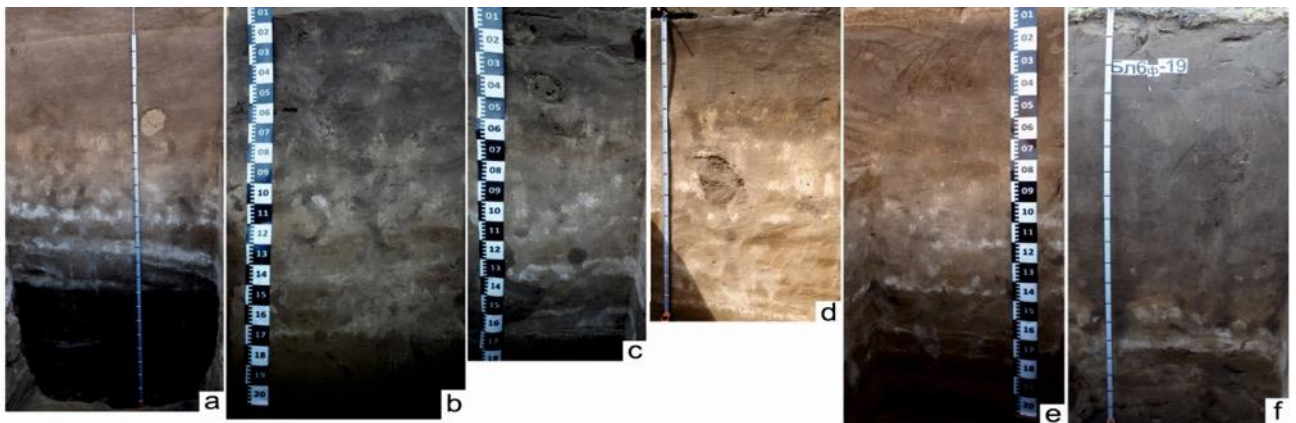


Рисунок 32. Фото разрезов Бл1п-19 (а); Бл2п-19 (б); Бл3п-19 (с); Бл4п-19 (д); Бл5п-19 (е); Бл6ф-19 (ф).

Фоновый разрез (Блбф-19) расположен на залежи в 50 м к юго-западу от края кургана и имел следующее строение профиля: Ah (до 10 см), Ah1 (бывший Ap) (до 28 см), Ah2 (до 60 см), Ah3 (до 80 см), AhB (до 110 см), Bk (до 130 см), BCk (до 150 см), Rk1 (до 180 см), Rk2 (до 200 см). В профиле современной почвы имеется бывший пахотный горизонт, поскольку в прошлом эта почва распахивалась. Также влияние человека обусловило малую изрытость фоновой почвы. Аккумулятивно-карбонатный горизонт залегает на 10–20 см глубже, по сравнению с погребенными почвами, карбонатные аккумуляции здесь, так же как в палеопочвах, представлены в виде горизонтальных пропиточных слоев – в меньшем количестве, но они четко выражены (белесые полосы) (рисунок 32 f). Фоновая почва идентифицирована как чернозем обыкновенный (1977) или миграционно-сегрегационный постагрогенный (2004) супесчаный (Eutric Arenosols (Protocalcic, Humic, Aric)) (Приложение 1).

#### 4.2.2. Микроморфологический анализ

Микроморфологический анализ погребенных почв осложнен из-за супесчаного гранулометрического состава и поврежденности дневной поверхности погребенных почв (срезка), поэтому наиболее четкие отличия здесь отмечаются лишь в карбонатных горизонтах (рисунок 33). Микроморфологический анализ карбонатных горизонтов Bk подтверждает наблюдения, сделанные при макроморфологическом анализе. В горизонте Bk разреза Бл1п-19 ТДМ между зерен силикатных минералов имеет признаки кристаллитовой ориентации, присущей карбонатам в криптокристаллической форме. Но при этом ТДМ, пропитанная карбонатами, не образует сплошного покрова, а представлена “мостиками” между минеральными зёрнами либо пленками на них (рисунок 33 m). В горизонте Bk разреза Бл2п-19 карбонатная кристаллитовая ТДМ занимает заметно бóльшую площадь, либо заполняет все пространство между зёрнами силикатных минералов (рисунок 33 b). В горизонте Bk современной фоновой почвы окарбоначенная ТДМ снова выражена лишь в виде “мостиков” либо карбонаты в виде разрозненных зерен спарита рассеяны среди зерен силикатных минералов.

Карбонатные новообразования на микроуровне отмечаются в форме пленок (coatings), пропитки (impregnation), нодулей (nodules) и инфилингов (infillings). Наибольшая окарбоначенность и большее количество карбонатных новообразований характерна для разреза Бл2п-19 на глубине 130–150 см, что соответствует физико-химическим данным.

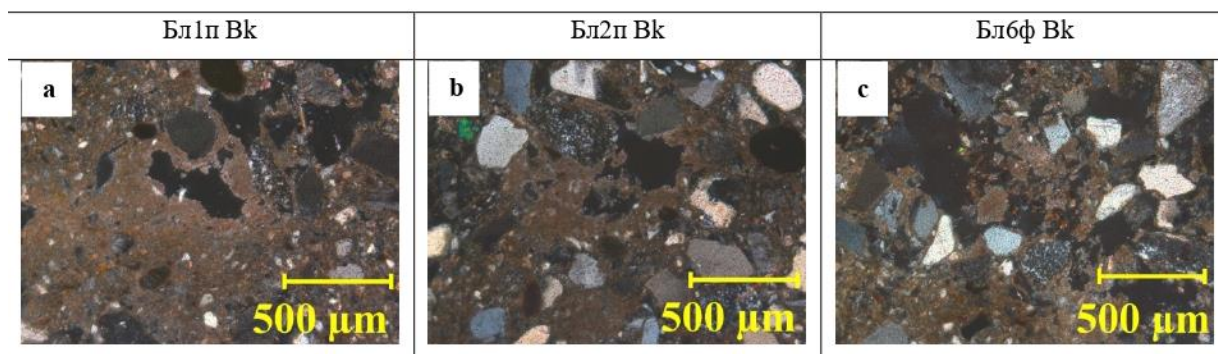


Рисунок 33. Микроморфологическое строение горизонтов Вк в почвах ключевого участка Болдырево IV - Бл1п (а); Бл2п (b); Бл6ф (с).

#### 4.2.3. Определение гранулометрического состава, $pH_{H_2O}$

Анализ гранулометрического состава показал, что в исследуемых почвах частицы размером  $>0.01$  мм составляет от 80 до 85%, а илистая фракция (размер частиц  $<0.001$  мм) – 5–10%, единично – до 13% (рисунок 34 А, В). Распределение этих фракций по профилям как погребенных, так и современных почв позволяет сделать вывод о том, что рассмотренные профили однородны по гранулометрическому составу, который можно охарактеризовать по классификации Н.А. Качинского как супесь с преобладанием фракций среднего (1–0.25 мм) и мелкого песка (0.25–0.05 мм) до глубины 150–160 см. Ниже (горизонт R) залегают пески, где фракция 1–0.25 мм составляет 60–70%. Величины  $pH_{H_2O}$  в исследуемых почвах реакция среды колеблется от сильнощелочной до слабощелочной. Наибольшие значения отмечаются в палеопочве Бл2п-19 8.4–8.7 ед. pH по всему профилю (сильнощелочная реакция). При этом в верхних 20 см разреза Бл5п-19 значения  $pH_{H_2O}$  достигают 8.9, не снижаясь 8.0 по всему профилю. Почва в разрезе Бл3п-19 очень близка по значениям  $pH_{H_2O}$  к разрезу Бл5п-19. Тогда как в разрезах Бл4п-19, Бл1п-19 и современной почве (разрез Бл6ф-19) значения находятся в пределах от 7 до 8 за редкими исключениями, то есть реакция среды слабощелочная (рисунок 34 С).

#### 4.2.4. Определение углерода органического и карбонатного, гипса

Анализ содержания органического углерода показал, что во всех палеопочвах значения этого показателя меньше по сравнению с современной почвой. В современной пахотной почве верхний гумусовый горизонт содержит 0.73%  $C_{орг}$ , тогда как в верхнем горизонте погребенных почв варьирует от 0.15% в разрезе Бл2п-19 до 0.3% в разрезе

Бл1п-19 (рисунок 34 D). Наименьшие значения  $C_{\text{орг}}$  в первом полуметре почвенного профиля приурочены к погребенным почвам разрезов Бл2п и Бл5п-19.

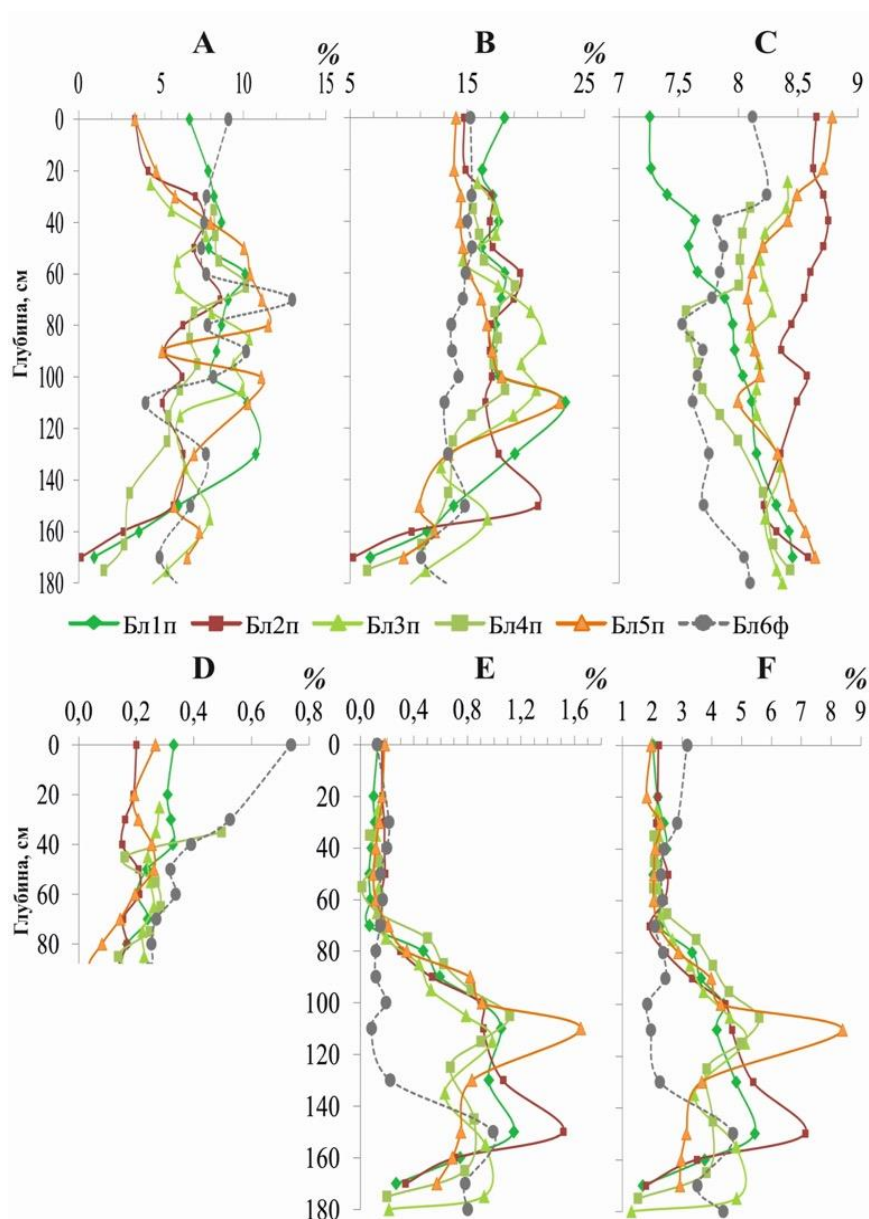


Рисунок 34. Профильное распределение А - фракций  $<0.001$  и В -  $<0.01$  мм (%), С -  $pH_{H_2O}$ , D – содержания органического углерода (%), Е – содержания углерода карбонатов (%), F – потерь при прокаливании (%) в почвах ключевого участка Болдырево IV.

Учитывая, что в связи с длительностью погребения (около 5500 л.н.) в верхних горизонтах погребенных почв остается от 50 до 30% (в среднем убывает на 60%) от исходного содержания органического вещества (Иванов, 1992). Пересчет полученных данных показывает, что в верхнем горизонте погребенных почв с меньшим содержанием  $C_{\text{орг}}$  (разрезы Бл5п-19 и Бл5п-19) реконструированные значения

составляют 0.4–0.7%, а с бóльшим содержанием  $C_{\text{орг}}$  (разрезы Бл1п-19, Бл3п-19, Бл4п-19) значения варьируют от 0.7 (Бл3п) до 1.2% (Бл4п). Реконструированные значения в группе палеопочв с бóльшим содержанием  $C_{\text{орг}}$  соответствуют или немного превышают таковое в современной почве. Для всех изученных почв характерен аккумулятивный тип распределения органического вещества, то есть максимальное его накопление в верхней части профиля при постепенном уменьшении с глубиной.

В распределении углерода карбонатов по профилям изученных почв, как погребенных, так и фоновых (рисунок 34 Е), отмечается увеличение от 0.1% в верхних 80 см профиля до 1.65% в средней части профиля и уменьшение в нижней части до 0.2–0.6%.  $C_{\text{карб}}$  имеет схожий характер распределения по профилям всех почв, но различные значения максимумов. Отмечается два максимума на глубине 110–120 и 150–160 см. Для палеопочв разрезов Бл1п-19, Бл3п-19, Бл4п-19 первый и второй максимумы имеют значения 0.9–1.1%, для палеопочв разрезов Бл2п-19 и Бл5п-19 первый максимум составляет 0.9–1.6%, а второй 0.6–1.5%. В фоновой почве максимальное содержание (1%)  $C_{\text{карб}}$  достигается на глубине 150 см. Итак, в разрезах Бл2п-19 и Бл5п-19 наибольшие значения  $C_{\text{карб}}$  по всему профилю. В этих почвах наиболее ярко выражены максимумы аккумуляции карбонатов. Этот факт подтверждается распределением величин ППП, которое, хотя определение выполнено другим методом, практически повторяет распределение  $C_{\text{карб}}$  по профилю (рисунок 34 F).

Максимум содержания гипса 0.13% характерен для почв разрезов Бл2п-19 и Бл5п-19 на глубине 100–130, 130–150 см. В других погребенных и современной почвах значения не превышают 0.06%, в среднем составляют 0.03% (рисунок 35 В).

#### *4.2.5. Определение состава обменных оснований*

По данным содержания обменных оснований видно (рисунок 35 А), что во всех изученных почвах преобладает обменный кальций, составляя >70% от суммы катионов. Вместе с тем содержание обменного натрия заметно различается в почвах хроноряда. В палеопочвах разрезов Бл2п-19 и Бл5п-19 отмечается наибольшее содержание обменного натрия в составе обменных оснований, до 14.8% в средней части профиля. В палеопочвах разрезов Бл1п-19, Бл3п-19, Бл4п-19 содержание обменного натрия колеблется от 2 до 9% по всему профилю. Современные почвы характеризуются наименьшим содержанием обменного натрия в составе обменных оснований, от 0.3 до 0.9% по всему профилю.

#### 4.2.6. Определение магнитной восприимчивости

По величине МВ, измеренной в верхней, средней и нижней частях почвенных профилей, наименьшим значением  $\chi$  ( $38 \times 10^{-8}$  ед. СИ) характеризуется разрез Бл4п-19 (рисунок 35 С). Не удалось измерить МВ в гумусовом горизонте этой почвы, поскольку верх был срезан. Для разрезов Бл2п-19 и Бл5п-19 значения  $\chi$  составляют  $47-48 \times 10^{-8}$  ед. СИ. Наибольшие величины  $50 \times 10^{-8}$  ед. СИ зафиксированы в разрезах Бл1п-19 и Бл3п-19. В современной почве значение  $\chi$  равно  $46 \times 10^{-8}$  ед. СИ.

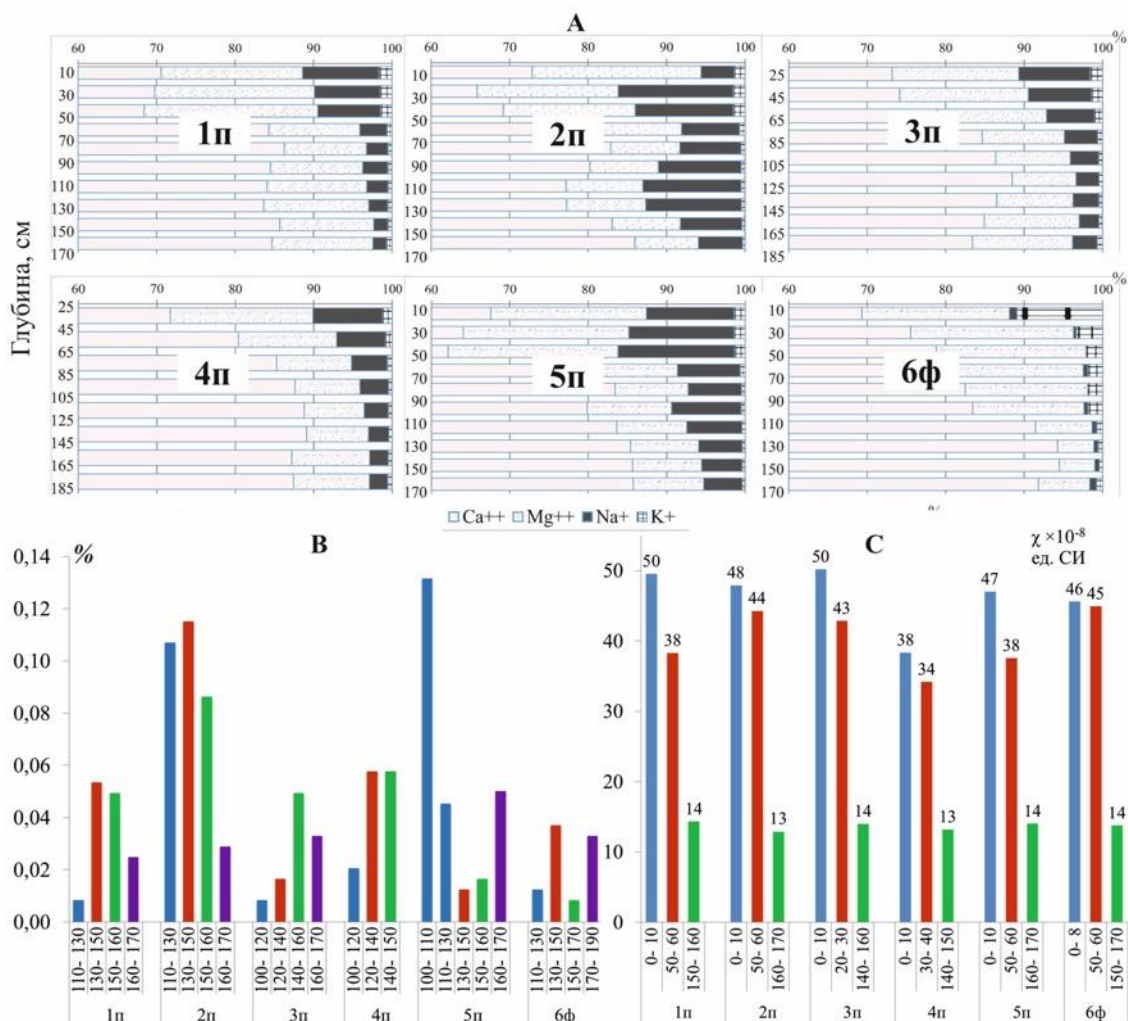


Рисунок 35. Содержание А - обменных оснований (%), В - SO<sub>4</sub> гипса (%) и С - удельной магнитной восприимчивости  $\chi$  ( $10^{-8}$  ед. СИ) в почвах ключевого участка Болдырево IV.

### 4.3. Ключевой участок «Бейсузжек IX»

#### 4.3.1. Морфологическое описание профилей почв

Морфологический анализ показал, что погребенные почвы имели следующее строение профиля: Ahkb (глубина до 70 см), AhVkb (до 130 см), B1kb (до 180 см), B2kb (до 200 см), вскипали от HCl с поверхности.

Гумусовый горизонт Бсж1п-17 характеризуется серо-коричневой окраской (7.5 YR 5/3) и ореховато-зернистой структурой, карбонатный мицелий выражен слабо. Карбонатный мицелий хорошо виден в средней части профиля, а в нижней, глубже 150 см, мицелий сменяется небольшими белоглазкой (рисунок 36).

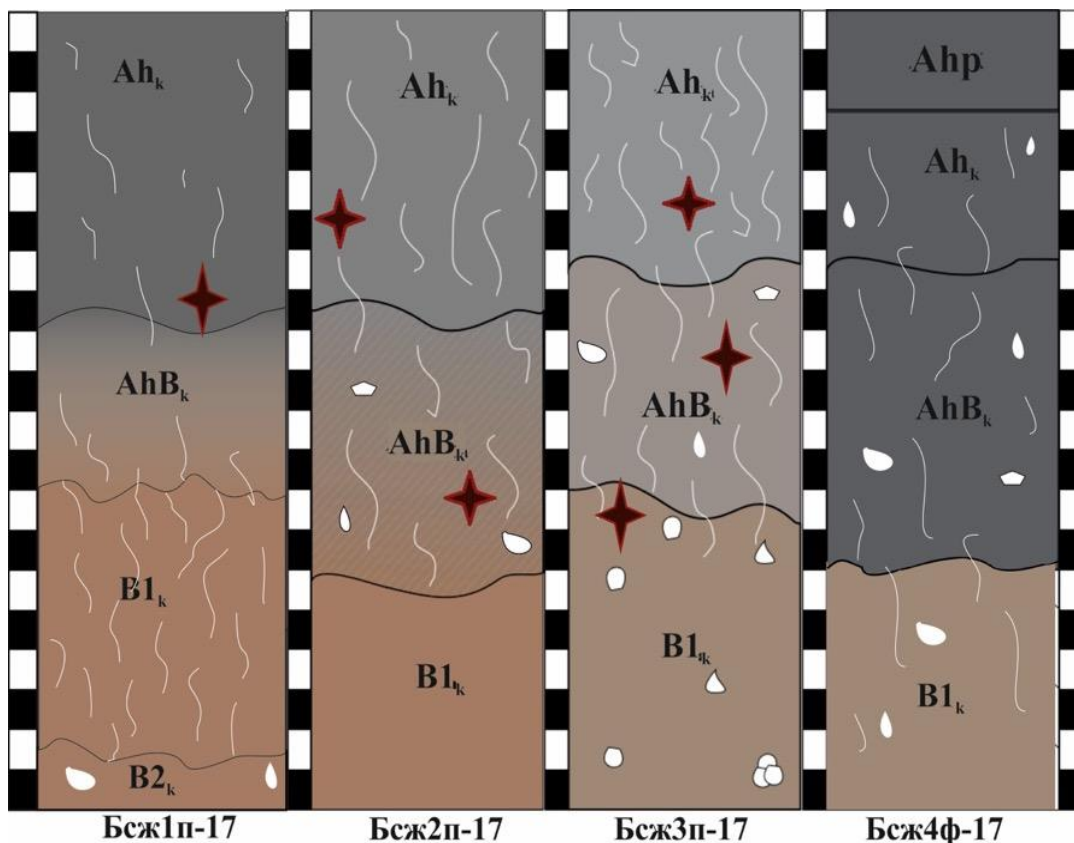


Рисунок 36. Схематическое изображение изученных профилей почв ключевого участка Бейсужек IX.

В Бсж2п-17 цвет гумусового горизонта почти такой же, 7.5 YR 5/2 – коричневый, карбонатный мицелий виден более отчетливо; встречается также редкая и мелкая белоглазка. В средней части белоглазка и мицелий наиболее выражены; в нижней части карбонатных скоплений не выявлено. В гор. AhB<sub>k</sub> появляются единичные кротовины и вертикальные ходы корней, заполненные материалом темно-серого цвета, они протягиваются вплоть до нижней части почвенного профиля.

В Бсж3п-17 гумусовый горизонт резко осветляется, 7.5 YR 6/3 – светло-коричневый, карбонатный мицелий занимает до 40% среза горизонта, в целом верхняя и средняя часть профиля этой почвы имеет седоватый оттенок. Хорошо видна трещинная сеть на вертикальной высушенной стенке в верхней части профиля. В нижней части отмечены мягкие и твердые карбонатные конкреции. Только в этой палеопочве в верхней части профиля имеются следы активной зоотурбации, а вертикальные ходы

корней, заполненные материалом темно-серого цвета, распространены на глубину всего профиля.

В профиле современной почвы (Бсж4ф-17) пахотный горизонт имеет мощность 25 см, а ниже начинают встречаться мицелий и белоглазка, при сильном просыхании в профиле ниже пахотного горизонта хорошо выражена трещинная сеть, следы зоотурбации отсутствуют (Приложение 1).

Для кургана Бейсужек IX отмечается смена подтипа черноземов по двум из трех используемых классификаций. Почвы в центре курагна (Бсж-1п-17 и Бсж-2п-17) классифицируются как черноземы обыкновенные мощные легкоглинистые (1977) или миграционно-мицелярные (2004) (Haplic Chernozems Loamic), тогда как палеопочва на периферии кургана (Бсж-3п-17) – как черноземы обыкновенные мощные легкоглинистые (1977) или миграционно-сегрегационные (2004) (Calcic Chernozems Loamic). Современная почва классифицируется так же, как почвы в центре кургана.

#### *4.3.2. Микроморфологический анализ*

Микроморфологический анализ позволил выявить в гумусово-аккумулятивном горизонте Бсж1п-17 и Бсж2п-17 следы деятельности мезофауны, для отдельных микрозон характерна губчатая микроструктура, поры каналовидные и сложные, из-за длительного погребения гумусовые агрегаты четко не видны, хотя в порах и можно заметить отдельные мелкие зернистые агрегаты (рисунок 37 а и b). В Бсж3п-17 в этом горизонте масштабы биотурбации поменьше, почвенная масса уплотнена (рисунок 37 с и d), появляются поры-камеры, и в отдельных порах – карбонатные кутаны (рисунок 37 с и d, желтые стрелки), которые на макроуровне были видны как карбонатный мицелий. Почвенная масса обогащена удлинёнными крупными (рисунок 37 d и e, белые стрелки) и округлыми сравнительно мелкими зёрнами литогенного кальцита, внедрённого в тонкодисперсный материал.

В средней части профиля в Бсж1п-17 тонкодисперсная масса слабо пропитана карбонатами, отчетливы зёрна литогенного кальцита (рисунок 37 e). В Бсж2п-17 в порах и в почвенной массе вокруг пор заметна аккумуляция карбонатов, но эти аккумуляции имеют нечеткие очертания и границы с вмещающей почвенной массой (рисунок 37 f). Тогда как в Бсж3п-17 в порах видны четко очерченные и довольно большого размера (0.5 мм в ширину и до 1 мм в длину) скрытокристаллические карбонатные нодулы (рисунок 37 g). Почвенная масса существенно больше пропитана карбонатами. В этой



почве в средней части профиля отчетливы следы деятельности мезофауны, хорошо заметные и на макроуровне.

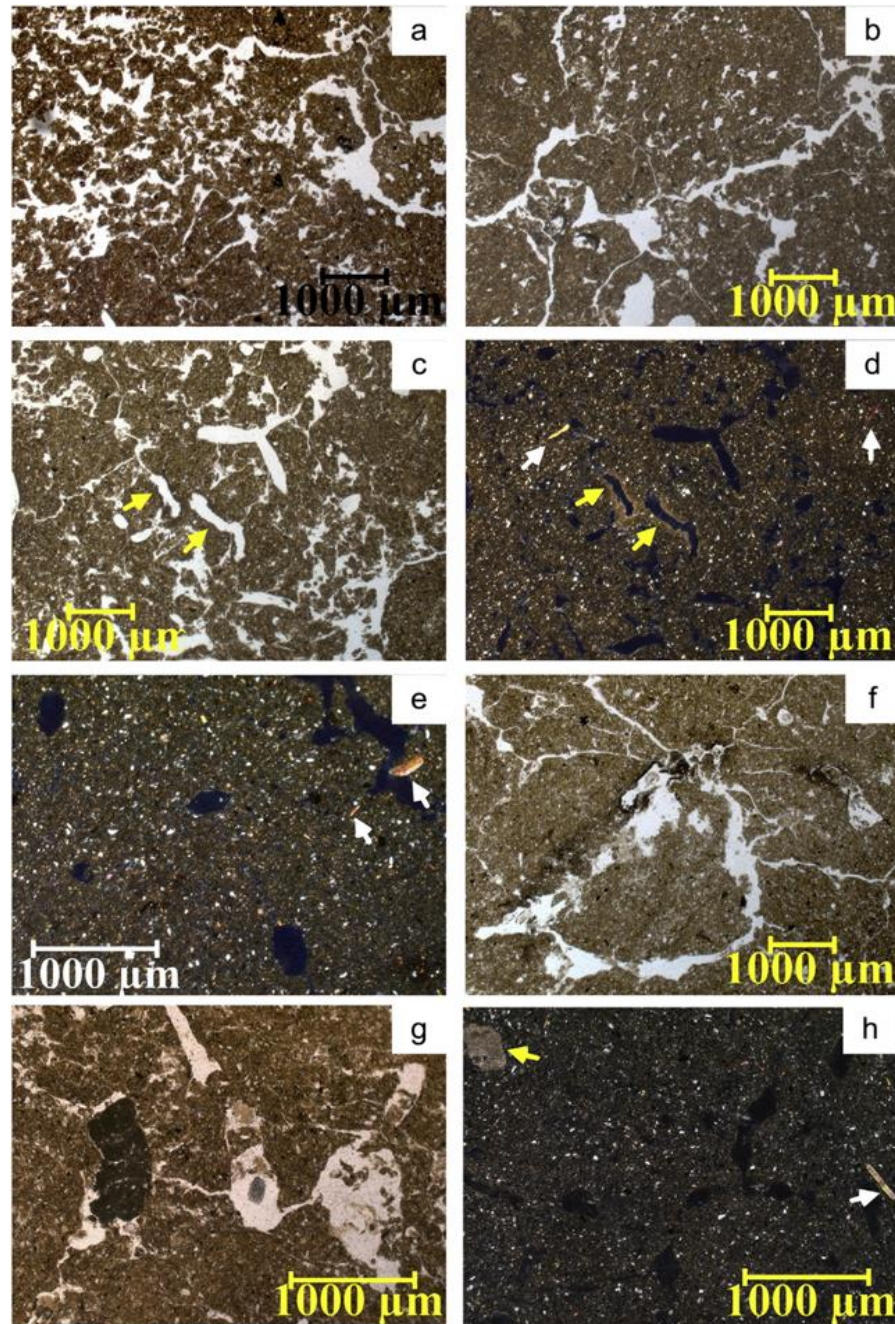


Рисунок 37. Микростроение верхних и срединных горизонтов почв ключевого участка Бейсужек IX: горизонт Ah, 20–30 см: а – Бсж1п-17; б – Бсж2п-17; с, d – Бсж3п-17; горизонты Bk, 100–110 см: е –Бсж1п-17; f –Бсж2п-17; г–Бсж3п-17; h – Бсж4ф-17. Фото а-с, f, г сделаны в PPL (без анализатора), остальные фото – в XPL (с анализатором).

В современной почве Бсж4ф-17 поры лишены карбонатных аккумуляций, карбонаты пропитывают тонкодисперсную массу и встречаются в виде редких обособленных раскристаллизованных (микроспарит) нодулей (рисунок 37 h, желтые

стрелки), а также отмечаются крупные удлиненные обломки литогенного кальцита (рисунок 37 h, белые стрелки).

#### 4.3.3. Определение гранулометрического состава

Анализ гранулометрического состава показывает, что в исследуемых почвах физическая глина (размер частиц  $<0.01$  мм) составляет от 60 до 70%, а илистая фракция (размер частиц  $<0.001$  мм) – до 40% (рисунок 38 а, 38 b).

Распределение этих фракций по профилям изученных почв позволяет сделать вывод о том, что рассмотренные профили однородны по гранулометрическому составу, который можно охарактеризовать по классификации Н.А. Качинского как легкая глина. Следовательно, мы можем сравнивать остальные измеренные свойства наших почв напрямую, без расчета их относительных величин.

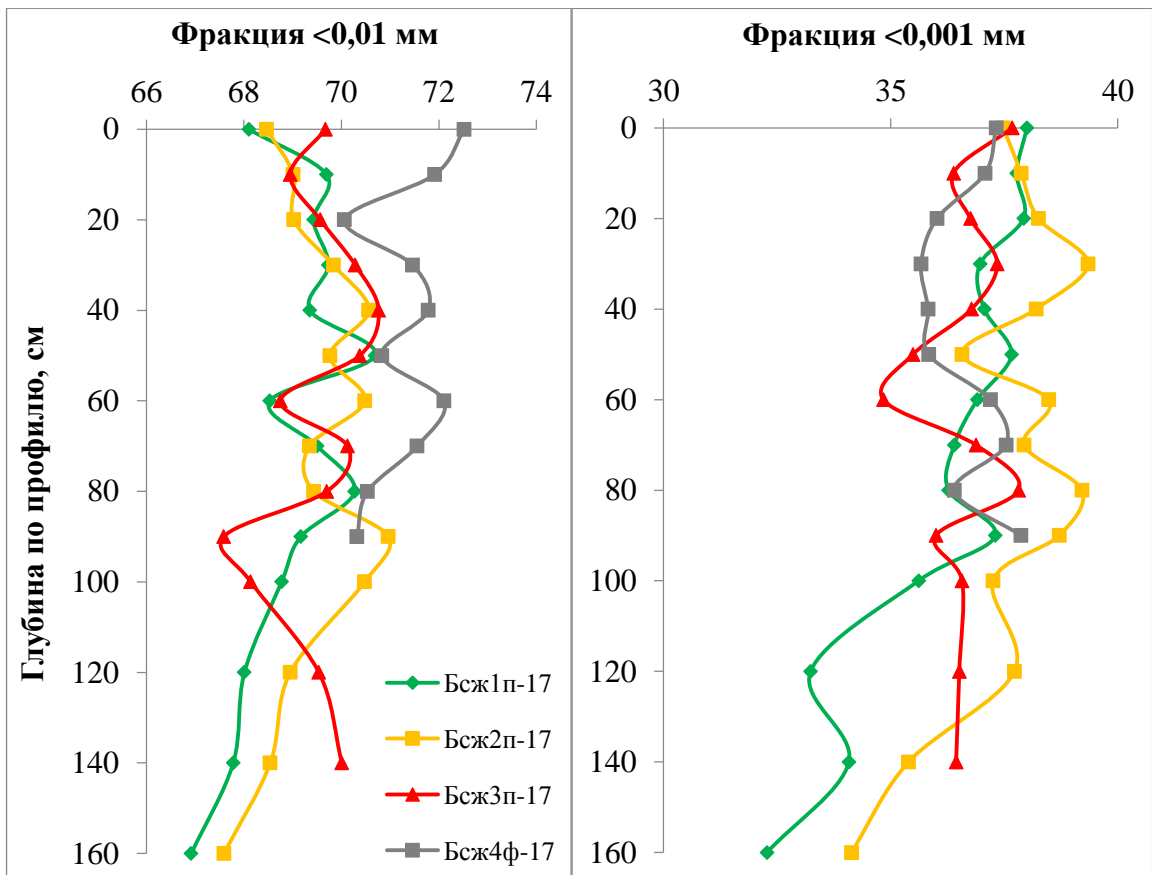


Рисунок 38. Профильное распределение а – физической глины ( $<0,01$  мм); б – илистой фракции ( $<0,0001$  мм) изученных профилей почв ключевого участка Бейсужек IX.

#### 4.3.4. Определение углерода органического и карбонатного, гипса

В верхнем горизонте погребенных почв содержание органического углерода от 1.3% в Бсж1п-17 уменьшается до 0.7 – Бсж3п-17, тогда как в фоновой пахотной почве

достигает 2%. На глубине 60 см в погребенных почвах величины  $C_{орг}$  уменьшаются до 0.4-0.6%, в современной – до 0.9-1.1%. Наименьшие значения  $C_{орг}$  в первом полуметре почвенного профиля приурочены к погребенной почве Бсж3п-17 (рисунок 39 а). На глубине около 140 см значения  $C_{орг}$  выравниваются во всех погребенных почвах и не превышают 0.3-0.4%.

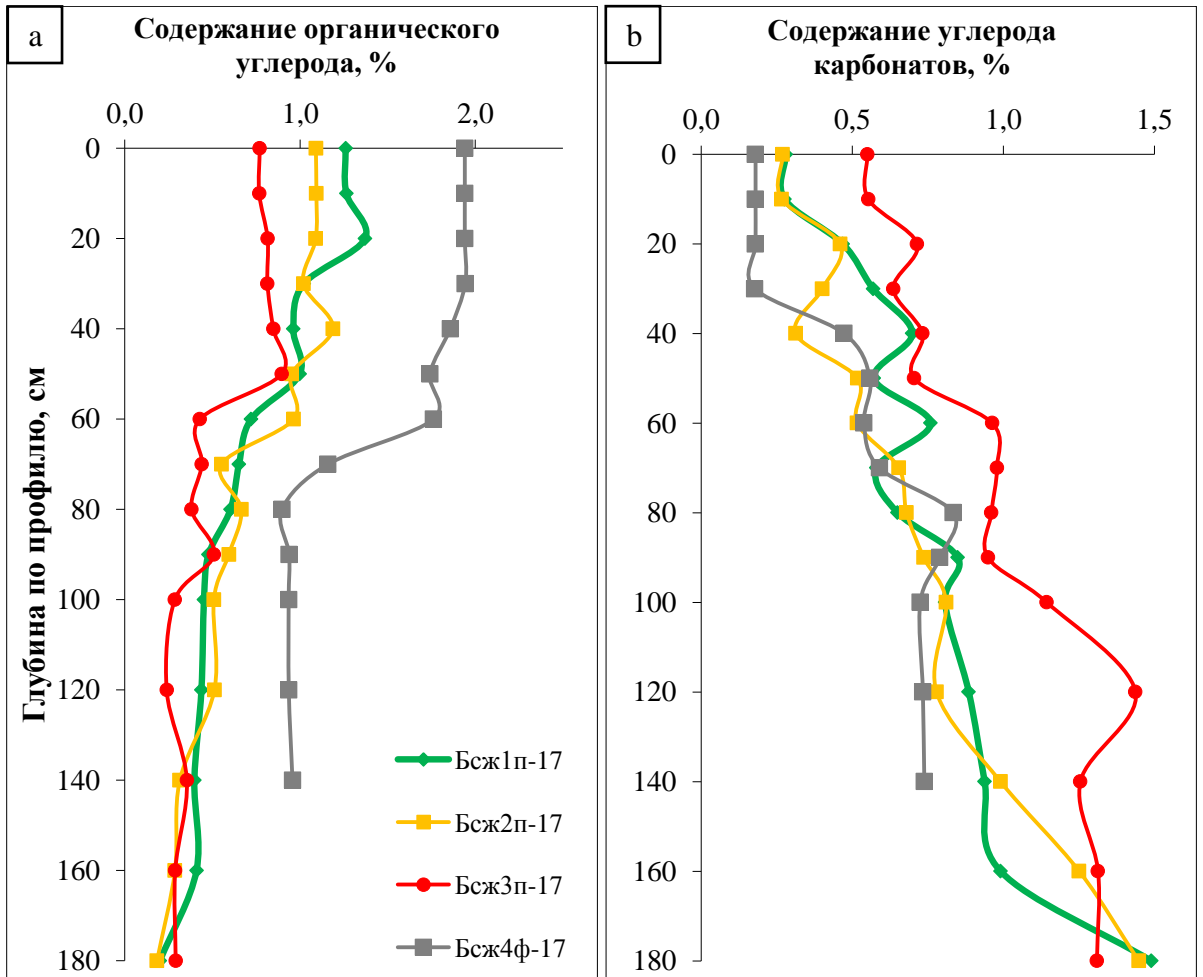


Рисунок 39. Содержание а - органического углерода (%), б - углерода карбонатов (%) изученных профилей почв ключевого участка Бейсужек IX.

Учитывая, что в связи с длительностью погребения (почти 5000 лет) в верхних горизонтах погребенных почв остается от 50 до 30% (в среднем убывает на 60%) от исходного содержания органического вещества (Иванов, 1992), пересчет полученных данных показывает, что в верхнем горизонте погребенных почв с меньшим содержанием  $C_{орг}$  (Бсж3п-17) реконструированные значения составляют 1.8-1.9%, а с большим содержанием  $C_{орг}$  (Бсж1п-17, Бсж2п-17) – 3.0-3.1%.

В распределении углерода карбонатов по профилям изученных палеопочв (рисунок 39 б) отмечается ясная тенденция увеличения его содержания в нижней части

профиля: от 0,2-0,5% вверху до 1.4% – внизу. В верхних шестидесяти сантиметрах профиля содержание  $S_{\text{карб}}$  в палеопочвах варьирует от 0.2 до 1.0%. В фоновых почвах содержание  $S_{\text{карб}}$  по профилю увеличивается с 0.1% в верхней части до 0.8% в средней и нижней частях профиля. По профилям всех палеопочв до глубины 100-120 см  $S_{\text{карб}}$  имеет схожий характер распределения. В Бсж3п-17 отмечаются самые высокие значения процентного содержания  $S_{\text{карб}}$  по всему профилю, и лишь в этой почве на глубине 120 см фиксируется выраженный максимум его аккумуляции. В остальных профилях, Бсж1п-17 и Бсж2п-17, отмечается постепенное увеличение содержания  $S_{\text{карб}}$  книзу, а максимум содержания располагается на глубине 180 см, т.е. практически за пределами профиля. При этом фоновая почва в самом верху содержит меньше карбонатов, чем любая из погребенных.

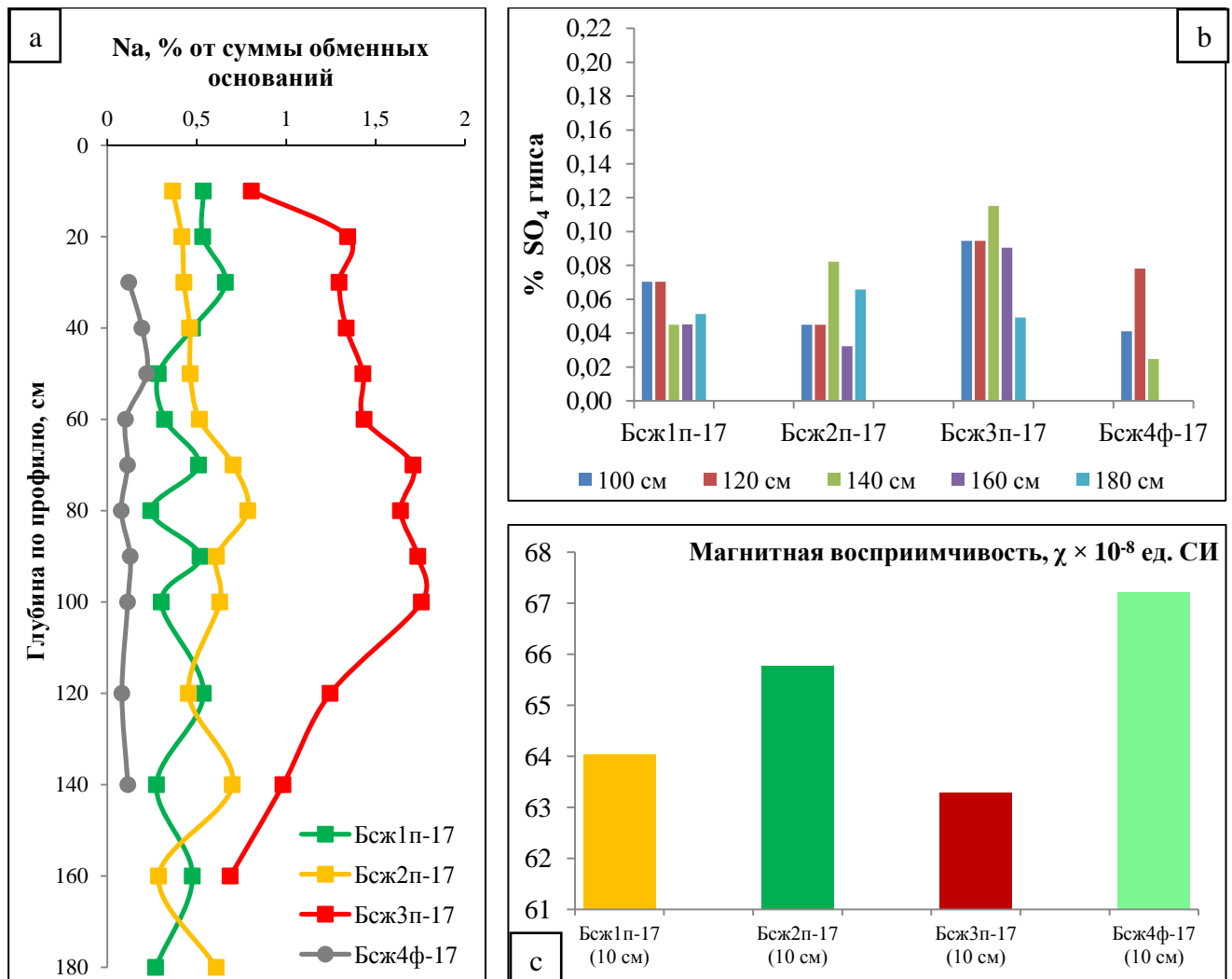


Рисунок 40. Содержание а - обменного натрия (%), б - гипса  $SO_4$  (%) во втором метре, в - величины удельной магнитной восприимчивости  $\chi$  ( $10^{-8}$  ед. СИ) в первых 10 см профилей изученных почв ключевого участка Бейсужек IX.

По содержанию гипса почва Бсж3п-17 демонстрирует максимальные величины на глубине 100-160 см, достигающие 0.12%. В двух других погребенных и современной почвах значения не превышают 0.08%, в среднем составляют 0.05% (рис 40 б).

#### *4.3.5. Определение состава обменных оснований*

В составе обменных оснований во всех изученных почвах безусловно преобладает кальций, составляя более 80% от суммы катионов. Магний колеблется в пределах 4-10%, и не показывает никакой дифференциации по профилям изученных почв. Вместе с тем, обменный натрий заметно различается в почвах хроноряда. В палеопочве Бсж3п-17 отмечается наиболее высокое содержание обменного натрия в составе обменных оснований, до 1.8% в средней части профиля (рисунок 40 а). В палеопочвах Бсж1п-17 и Бсж2п-17 содержание обменного натрия колеблется в пределах 0.2-0.8% по всему профилю. Современные почвы характеризуются наименьшим содержанием обменного натрия в составе обменных оснований, от 0.07 до 0.2%, по всему профилю.

#### *4.3.6. Определение магнитной восприимчивости*

Наименьшими величинами  $\chi$  ( $\leq 63 \times 10^{-8}$  ед. СИ) характеризуется почва, погребенная в интервале 4100-3800 л.н. (разрез Бсж3п-17). Для разрезов начала суббореального периода (разрезы Бсж1п-17 и Бсж2п-17) характерны величины в интервале  $64-66 \times 10^{-8}$  ед. СИ, и самые большие величины,  $> 66 \times 10^{-8}$  ед СИ отмечаются в современных почвах (рисунок 40 с).

#### *4.3.7. Спорово-пыльцевой анализ*

Из отложений погребенных почв кургана, расположенного на площадке надпойменной террасы реки Левый Бейсужек было отобрано 3 пробы. При просмотре обогащенного осадка все пробы содержали валидные спорово-пыльцевые спектры (Приложение 2, таблица 2).

Общий состав палиноспектров (рисунок 41) свидетельствует о ландшафте лесостепного типа. Наибольшей аридностью с одновременным снижением среднегодовых температур характеризуется спектр из пробы Бсж3п-17.

В общем виде, на прилегающей территории в большей степени были развиты вязово-липовые разреженные леса с участием дуба, граба, клёна, где подлесок формировался из лещины. На террасах реки Левый Бейсужек были развиты боровые ассоциации, в которые входила сосна Коха вероятнее всего в качестве реликта. Пониженные участки рельефа занимали брезняки, а на пойме расселялись ольшаники.

Спектры проб Бсж1п-17 и Бсж2п-17 близки по составу и отличаются от образца Бсж3п-17 расширением ареала елово-боровых ассоциаций, появлением в составе группы древесных покрытосеменных пород зерен грецкого ореха (*Juglans regia*), что свидетельствует об увеличении, как общей влажности, так и теплообеспеченности.

В пробе Бсж1п-17 отмечено 1 зерно по морфологическим признакам близкое к пыльце елям секции *Omorica*. Возможно, в предшествующий этап развития ландшафтов данной территории здесь совместно произрастали ели двух секций (*Eurpicea* и *Omorica*). Процессы гибридизации могли привести к появлению гибрида, пыльца которого в морфологическом отношении близка зернам ели омориковидной. В борах из сосны обыкновенной отмечено присутствие сосны Коха, которая так же может являться гибридом, и её пыльца только близка виду *Pinus kochiana*. Кроме этого, во время формирования отложений пробы Бсж2п-17 в краевых частях боровых ассоциаций формировались заросли можжевельника (*Juniperus communis*).

Состав пыльцы лиственных пород указывает на развитие в долине первоначально (проба Бсж1п-17) в основном грабово-дубравных ценозов сложного состава с участием липы, клена, грецкого ореха. Почва, отвечающая пробе Бсж2п-17, образовывалась в условиях развития в долине дубово-вязовых лесов. Вероятно, климат на данном этапе становится суше. На это указывает снижение значения пыльцы ели, а соответственно и её участия в составе лесных ценозов. В составе подлеска доминировал орешник (*Corylus avellana*) и присутствовали: бирючина обыкновенная (*Legustrum vulgare*), жасмин кустарниковый (*Jasminium fruticans*). Березняки (*Betula*) занимали пониженные участки рельефа, а ивняки (*Salix*) образовывали прибрежные заросли. Следует отметить наличие в пробе Бсж2п-17 зерен лотоса (*Nelumbo caspicum*) и пузырчатки обыкновенной (*Utricularia vulgaris*), которое указывает на существование зарастающих стариц или протоков в долине реки. Преобладание в составе спор многоножковых (*Polypodiaceae*) говорит о скоплении в прибрежной части сырых валежников и древесных обломков.

Количество и состав спор в пробе Бсж3п-17 отличается преобладанием пыльцы покрытосемянных древесных растений над голосеянными в 3 раза, а также увеличением количества пыльцы травянистой растительности. В древесном ярусе преобладает пыльца березы и липы (*Betula sect. Albae, Tilia cordata Mill.*) Существование в непосредственной близости разреженных боров указывает наличие спор орляка

крымского (*Pteridium tauricum*) и анограммы тонколистной (*Anogramma leptophylla*), а также спор бриевых мхов.

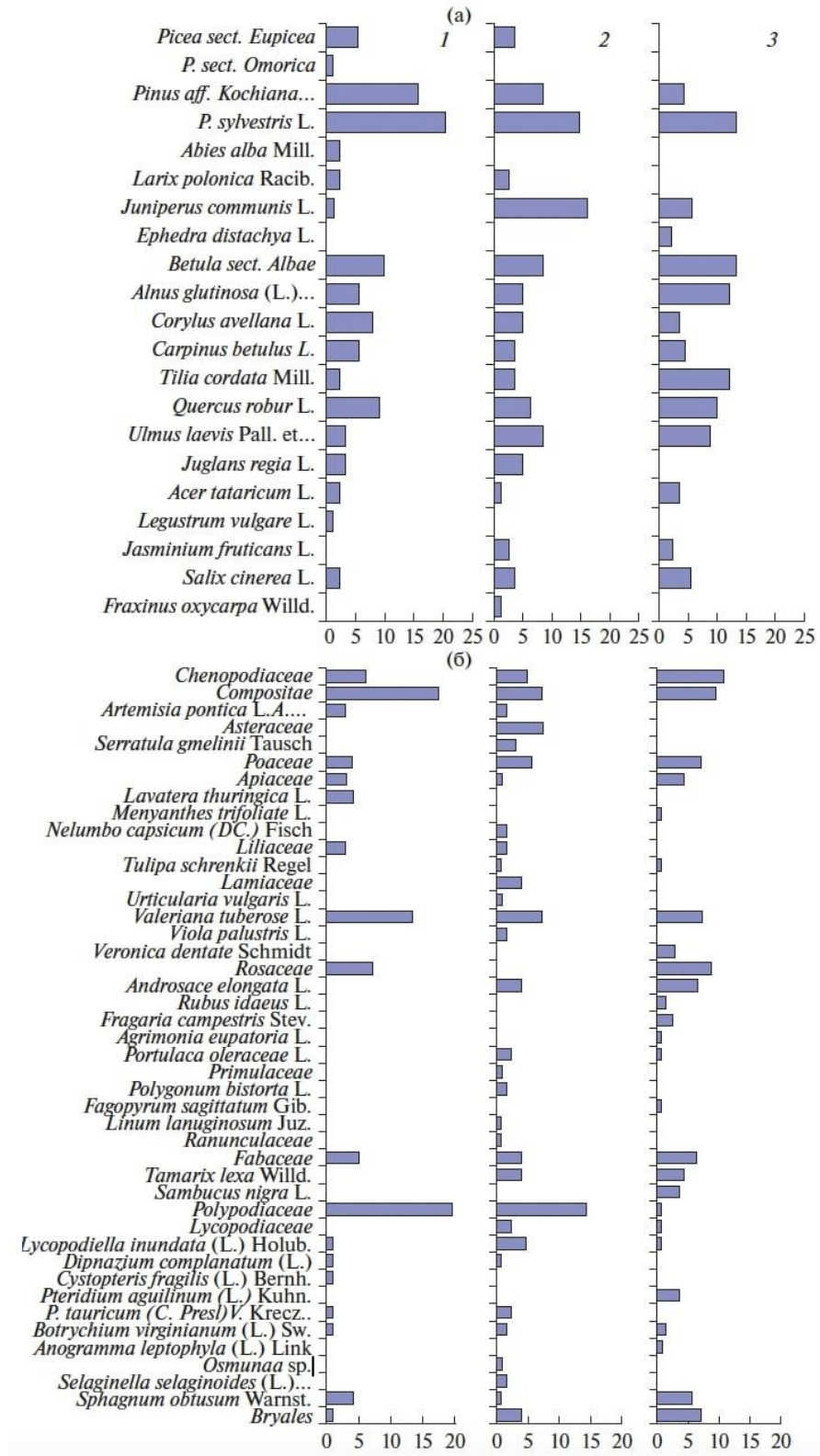


Рисунок 41. Спорово-пыльцевые диаграммы общего растительного состава исследуемых почвенных образцов: а – пыльца древесной растительности, б – пыльца травянистой растительности; 1, 2, 3 – образцы из погребенных почв на глубине 0–5 см Бж1п-17, Бж2п-17 и Бж3п-17, соответственно.

Семейство *Poaceae* представлено в основном *Dactylus glomerata*. Ежа обыкновенная предпочитает лесные поляны с рыхлой дерновиной в разреженных лесах, а кострец безостный – лесные поляны, луга, степные западины. Элементы, слагающие семейство *Fabaceae*, в большей степени имеют широкую экологическую амплитуду. Пыльца валерианы клубненоносной (*Valeriana tuberosa*) свидетельствует о развитии остепненных лугов, а возможно и остепнения по склонам долины. Большая часть видов семейства *Rosaceae* формируют луговое разнотравье, а виды *Androsace elongate* (проломник удлинённый) и *Fragaria campestris* (земляника) указывают на наличие суходольных лугов, песчаных склонов, луговых степей, остепненных лесных опушек. Только в 3 пробе отмечается наличие споры эфедры двухколосковой (*Ephedra distachya* L.), что указывает на наличие степных участков (Маркова и др., 2003).

#### 4.4. Ключевой участок «Шумный»

##### 4.4.1. Морфологическое описание профилей почв

Все несрезанные палеопочвы, погребенные под КК I-V (4800-3000 л.н.) характеризуются постоянной мощностью гумусовых горизонтов и относительным постоянством набора и мощностей основных генетических горизонтов: Ahkb1 (до глубины 50 см), Ahkb2 (до 110 см), АВkb (до 150 см), Vkb (до 210 см), ВСkb (до 250 см) (рисунок 42). Основные морфологические характеристики почв изученного хроноряда представлены в Приложении 1.

Для почв разрезов Ш-1п – Ш-3п, погребенных под КК I (4800-4700 л.н.), отмечается буровато-темно-серый цвет горизонта Ahkb1 (10YR 3/2), который становится чуть светлее в нижней части горизонта Ahkb2 (10YR 4/2). В этих двух горизонтах карбонатные новообразования вверху представлены еле видимыми выпотами и нитевидными формами, а в нижней части (с глубины примерно 70 см) достаточно четко выраженным псевдомицелием.

С горизонта АВkb и глубже, диагностирована уплотненная прочная (затвердевшая) белоглазка. Характерный размер составляет не более 0.5 см в диаметре, с глубиной количество таких карбонатных новообразований возрастает. Карбонатный мицелий достигает максимума по количеству и выраженности в горизонте Vkb; здесь же начинают встречаться карбонатные трубочки, как мы полагаем, унаследованные от лессовидных суглинков и наиболее хорошо выраженные в горизонте ВСkb, а также диагностирована единичная уплотненная белоглазка около 1 см в диаметре. Здесь же



отмечаются отчетливые глинистые кутаны по граням структурных отдельностей. Хорошо заметна деятельность мезофауны в виде ходов землероев, как прямых, заполненных темным гумусовым материалом, так и обратных – с буровато-палевым карбонатным материалом горизонта ВСк, 8-12 см в диаметре. Некоторые из этих ходов характеризуются диффузными границами и пробиты корнеходами, т.е., они уже были «старыми» на момент погребения почвы. Корнеходы проявляются в виде вертикальных каналов, заполненных темным гумусовым материалом с обилием копролитов, идущих практически до дна разреза. При этом наиболее обильные и наиболее темные корнеходы отмечаются в горизонтах Ahkb и AVkb, где они достигают 6-7 см в длину (отдельные – до 40 см) и 8 мм в ширину; ниже длина и ширина корнеходов уменьшается, в горизонте Vkb они покрыты карбонатными выпотами. Высота КК I над местом заложения разрезов погребенных почв колеблется от 150 до 200 см.

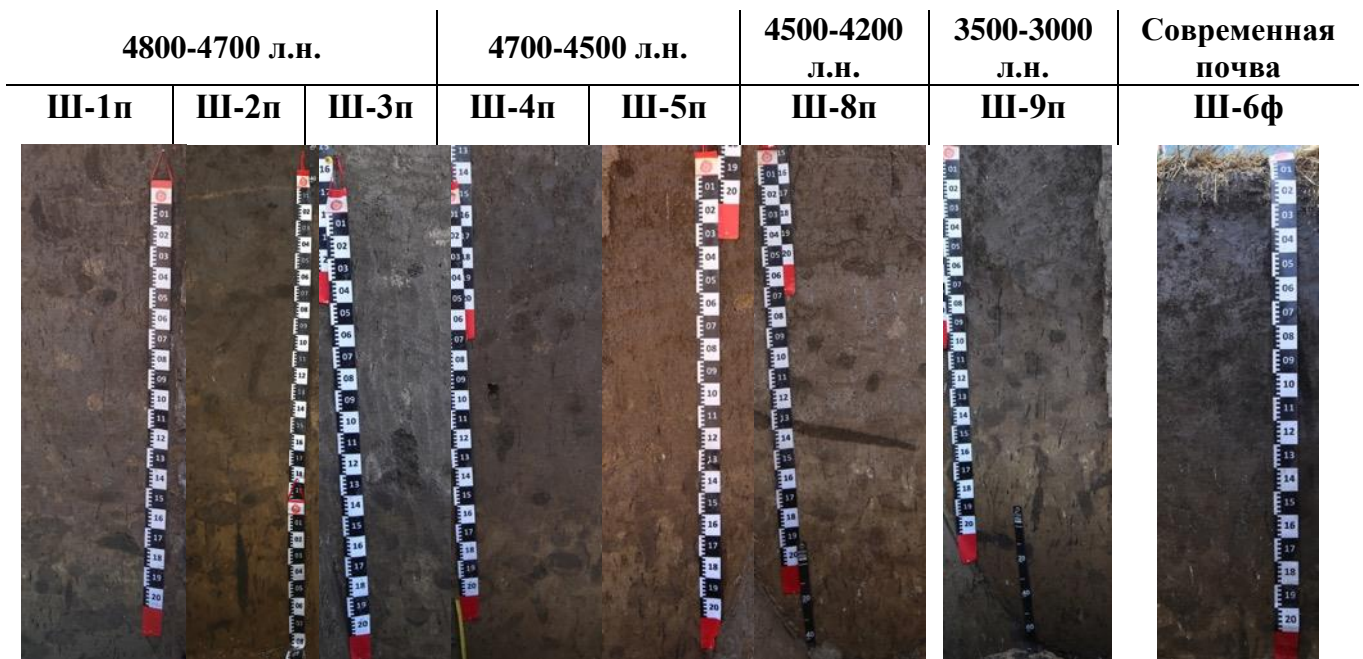


Рисунок 42. Фото профилей изученных почв ключевого участка Шумный.

Почвы, погребенные под КК II, III (разрезы Ш-4п и Ш-5п) – 4700-4500 л.н. отличаются лучшей выраженностью и большим разнообразием карбонатных аккумуляций в горизонте Ahkb по сравнению с разрезами Ш-1п – Ш-3п: карбонатный налет отмечается на гранях крупных педов, псевдомицелиарные формы пронизывают всю массу горизонта от поверхности почвы до глубины 110 см. Уже практически с самого верха встречается уплотненная белоглазка размером 0.3-0.4 см в диаметре. Ходы землероев также заполнены карбонатным материалом. Вертикальные корнеходы

наполнены копролитами и гумусированным темным материалом на ~50%, в нижней части гумусового горизонта Ahkb2, при этом здесь резко возрастает обилие и протяженность этих ходов. В горизонте Vkb корнеходы часто пустые, темный материал в них отсутствует, стенки корнеходов покрыты густой сетью карбонатного псевдомицелия. В этом горизонте уплотненная белоглазка достигает 1.5 см в диаметре. По степени изрытости эти два разреза похожи на разрезы Ш-1п – Ш-3п, здесь также много «старых» нор. Высота КК II в месте заложения разреза Ш-4п составляет 150 см, а разреза Ш-5п – 190см.

В разрезе Ш-8п, изученном под КК IV (4500-4200 л.н.), в горизонтах Ahkb1 и Ahkb2 окраска чуть темнее, чем в разрезах под КК I-III: переходная от 10YR 3/2 к 3/1 и от 4/2 к 3/2, соответственно; слабее выражен карбонатный псевдомицелий почвенной массы и корнеходов, чем в разрезах Ш-4п и Ш-5п. В гор. Vkb максимальная выраженность карбонатных трубочек и уплотненной белоглазки, диаметр белоглазки достигает 2 см, она занимает около 5% от среза горизонта. Визуально уменьшается количество нор землероев, преобладают старые норы. Высота КК IV над разрезом Ш-8п достигает 150 см.

В разрезе Ш-9п под КК V (3500-3000 л.н.), цвет горизонтов Ahb1 и Ahkb2 10YR 2/2 и 3/3, соответственно, т.е. наиболее темный среди всех палеопочв хроноряды; в горизонте Ahkb2 выделяются контрастные по цвету свежие корнеходы (10YR 3/1-3/2). Еще более заметным, чем в разрезе Ш-8п, становится уменьшение числа свежих нор землероев, как в этих горизонтах, так и ниже – в горизонтах AVkb и Vkb. До глубины 40 см, т.е., во всем горизонте Ahb1, почвенная масса практически не вскипает, вскипание отмечается здесь лишь в редких «старых» норах с обилием карбонатного псевдомицелия. Глубина аккумуляции карбонатов смещается вниз по профилю. Карбонатные новообразования в горизонте Vkb представлены преимущественно в виде уплотненной белоглазки, образующей скопления, чего не наблюдается больше ни в одной из рассмотренных палеопочв. Также здесь обнаружены корнеходы с наибольшим (по сравнению с остальными палеопочвами) количеством псевдомицелия, некоторые из них заняты псевдомицелием полностью. Мощность КК V над разрезом Ш-9п составляет 115 см. Видимых аккумуляций гипса в профилях изученных палеопочв не обнаружено.

Погребенные почвы катакомбного времени (Ш-1п – Ш-5п, Ш-8п) классифицированы как черноземы типичные (1977), миграционно-сегрегационные

черноземы сверхмощные, легкоглинистые на лессовидных суглинках (2004) или *Haplic Chernozem (Loamic, Pachic)*, срубного времени (Ш-9п) как черноземы выщелоченные (1977), миграционно-сегрегационные черноземы сверхмощные, легкоглинистые на лессовидных суглинках (2004) или *Haplic Chernozem (Loamic, Pachic)*.

Фоновые почвы, представленные разрезами Ш-6ф и Ш-7ф, имеют следующее строение профиля: Ap (до 22 см), Ah(p) (до 45 см), Ah (до 70 см), ABk (до 150 см), Bk (до 210 см), BCk (до 230 см) (рисунок 42). Горизонты Ap и Ah(p) характеризуются более темной по сравнению с погребенными почвами окраской, 10YR 2/1, не вскипают от HCl и не содержат карбонатных новообразований до глубины 70 см. В горизонтах ABk, Bk, так же как в погребенных почвах, карбонатные новообразования представлены псевдомицелием, трубочками и уплотненной белоглазкой. Деятельность роющих животных заметна, начиная с горизонта ABk, норы заполнены темным материалом, имеют не более 0.5-1 см в диаметре, лишь в гор. Bk и BCk встречаются норы до 2-3 см в диаметре. Корнеходы в основном промицелированы или пустые, т.е. в них не отмечается темного материала, они встречаются, начиная с горизонта ABk.

Фоновые почвы классифицированы как агрочерноземы миграционно-сегрегационные (2004) сверхмощные легкоглинистые на лессовидных карбонатных суглинках и *Haplic Chernozem (Loamic, Pachic, Aric)*.

#### 4.4.2. *Микроморфологический анализ*

Микроморфологический анализ, в связи со схожестью набора и мощности почвенных горизонтов, включает в себя сравнение основных микроморфологических характеристик поочередно для каждого горизонта всех почв, двигаясь каждый раз от центра к периферии кургана (т.е. от меньших номеров разрезов погребенных почв к большим)» (рисунок 43).

##### *Горизонт Ahkb1/Ah1(p)(kb)*

В горизонте Ahkb1 в разрезах Ш-1п и Ш-4п диагностирован точечный гумус, рассеянный в ТДМ, размеры точек не превышают 100 мкм. Зернистые копрогенные агрегаты встречаются в обособленных микрizonaх, имеются и угловатые агрегаты либо микрizonaы с консолидированной почвенной массой (рисунок 43, Ah1(p)(kb) a, b). В разрезе Ш-8п нарастают, а в разрезе Ш-9п достигают максимума следующие признаки: до 100-200 мкм увеличиваются размеры точечных включений гумуса. В указанных разрезах помимо точечного, гумус представлен сгустковыми формами и пропиткой

(рисунок 43, Ah1(p)(kb) с, d). Даже в слежавшемся под давлением КК почвенном материале в микроразделах воздействия почвенной мезофауны отчетливо прослеживается зернистая структура. В целом, проработка почвенной массы горизонта мезофауной в разрезах Ш-8п и Ш-9п больше, чем в Ш-1п, Ш-4п.

В разрезах Ш-1п и Ш-4п в горизонте Ahkb1 карбонатные аккумуляции представлены микритовыми кутанами (coatings) и инфилингами (рисунок 43, Ah1(p)(kb) f); в разрезе Ш-4п карбонатных аккумуляций в порах в целом больше, дополнительно в них широко распространены окарифицированные корневые клетки (ОКК) (calcified root cells), выполненные спаритом (рисунок 43, Ah1(p)(kb) g, внизу снимка). В разрезе Ш-8п карбонатные натёки фрагментарны, видны растворяющиеся зерна кальцита в центре пор, а также отмечен процесс дробления карбонатных аккумуляций мезофауной (рисунок 43, Ah1(p)(kb) h). В почвенной массе горизонта Ahkb1 разреза Ш-8п много 328 осветленных микроразделов, указывающих на процесс интенсивной обработки 329 почвы атмосферной влагой, ее временного застоя. В разрезе Ш-9п в горизонте Ahb1 общая масса бескарбонатна, ТДМ имеет гумусово-железисто-глинистый состав, чешуйчатую, изредка вокругпоровую ориентировку (рисунок 43, Ah1(p)(kb) i).

Горизонт Ap современной почвы (разрез Ш-6ф) в целом похож на Ahb1 разреза Ш-9п по формам гумуса и отсутствию карбонатов (рисунок 43, Ah1(p)(kb) е, j, соответственно). Но в результате распашки микроструктура этого горизонта современной почвы преобразована: почвенная масса консолидирована, разбита трещинами усыхания на угловатые блоки, признаки деятельности мезофауны отсутствуют (рисунок 43, Ah1(p)(kb) е).

#### *Горизонт Ah(k)b2*

В нижней части гумусо-аккумулятивного горизонта Ah(k)b2, в разрезах Ш-1п и Ш-4п видны как зернистые, так и комковатые агрегаты, активная деятельность мезофауны отмечается по наличию микроагрегатов копрогенной структуры, гумус точечный и сгустковый, равномерно распределен в ТДМ (рисунок 43, Ah(k)b2 а, b). В разрезах Ш-8п и Ш-9п гумус точечный и пропиточный, структура не отличается от разрезов Ш-1п и Ш-4п (рисунок 43, Ah(k)b2 с, d).

Карбонатные аккумуляции в горизонте Ah(k)b2 в разрезах Ш-1п и Ш-4п представлены микритовыми натёками и игольчатым кальцитом в порах и вокруг зернистых агрегатов в копролитах. Отмечены микроразделы с карбонатной пропиткой

общей массы (рисунок 43, Ah(k)b2 f, g). Поверх карбонатных аккумуляций и среди копролитов – небольшие пятна оксидов железа (рисунок 43, Ah(k)b2 g). В темном прогумусированном почвенном материале диагностируются осветленные микрозоны. Вероятно, их осветление связано с наличием в ТДМ карбонатного материала, а иногда такие микрозоны возникают в результате снятия железисто-гумусовых пленок при прохождении избыточной влаги, ее сезонном застое. В разрезе Ш-8п наблюдаются тончайшие карбонатные микрительные пленки в порах-каналах, четко проявляются признаки деструкции карбонатных новообразований деятельностью мезофауны (рисунок 43, Ah(k)b2 h). В разрезе Ш-9п горизонт Ahb2 не содержит карбонатов. В нем более ясно, чем в вышележащем горизонте, прослеживается околопоровая ориентировка гумусово-железисто-глинистой ТДМ, но по-прежнему преобладает чешуйчатая (рисунок 43, Ah(k)b2 i). Зоны осветления ТДМ в этом образце повсеместны.

Современная почва и палеопочва разреза Ш-9п в горизонте Ahb2 уже практически не отличаются, разве что гумусовая пропитка в первой имеет более темный цвет, так как гумус в современной почве не подвергался диагенетической биоминерализации в результате погребения (рисунок 43, Ah(k)b2, сравнение d с e и i с j).

#### *Горизонт AVkb*

В горизонте AVkb разрезов Ш-1п и Ш-4п сохраняются практически все те же, что и для лежащего выше горизонта, признаки аккумуляции гумуса. Еще хорошо выражена деятельность мезофауны (рисунок 43, AVk(b), a, b). Вместе с тем, в разрезе Ш-4п появляются очень тонкие и непротяженные поры-трещины, расположенные друг к другу под острыми углами. Такие поры характерны для почв с признаками слитости либо контрастного и интенсивного иссушения. Отмечаются микрозоны осветления ТДМ (рисунок 43, AVk(b), b). В разрезах Ш-8п и Ш-9п не выявлено отличий по формам гумуса от разрезов Ш-1п и Ш-4п (рисунок 43, AVk(b), c, d).

Карбонатные аккумуляции в горизонте AVkb в разрезах Ш-1п и Ш-4п представлены в форме игольчатых коротких кристаллов в отдельных порах, окруженных островными или прерывистыми Fe-глинистыми пленками, появляются пропиточные карбонаты с кристаллитовым микростроением в микрозонах их концентрации (рисунок 43, AVk(b), f, g). Вместе с тем, в разрезе Ш-8п, но особенно – в Ш-9п, фиксируется гораздо более сильное окаربоначивание рассматриваемого горизонта AVkb: пропиточные формы практически повсеместны (рисунок 43, AVk(b), h,

i). Также примечательно, что сквозь кристаллитовое микростроение пропиточных карбонатов в разр. Ш-9п видны микрзоны с чешуйчатой ориентировкой железисто-глинистой ТДМ (рисунок 43, АВк(b), i).

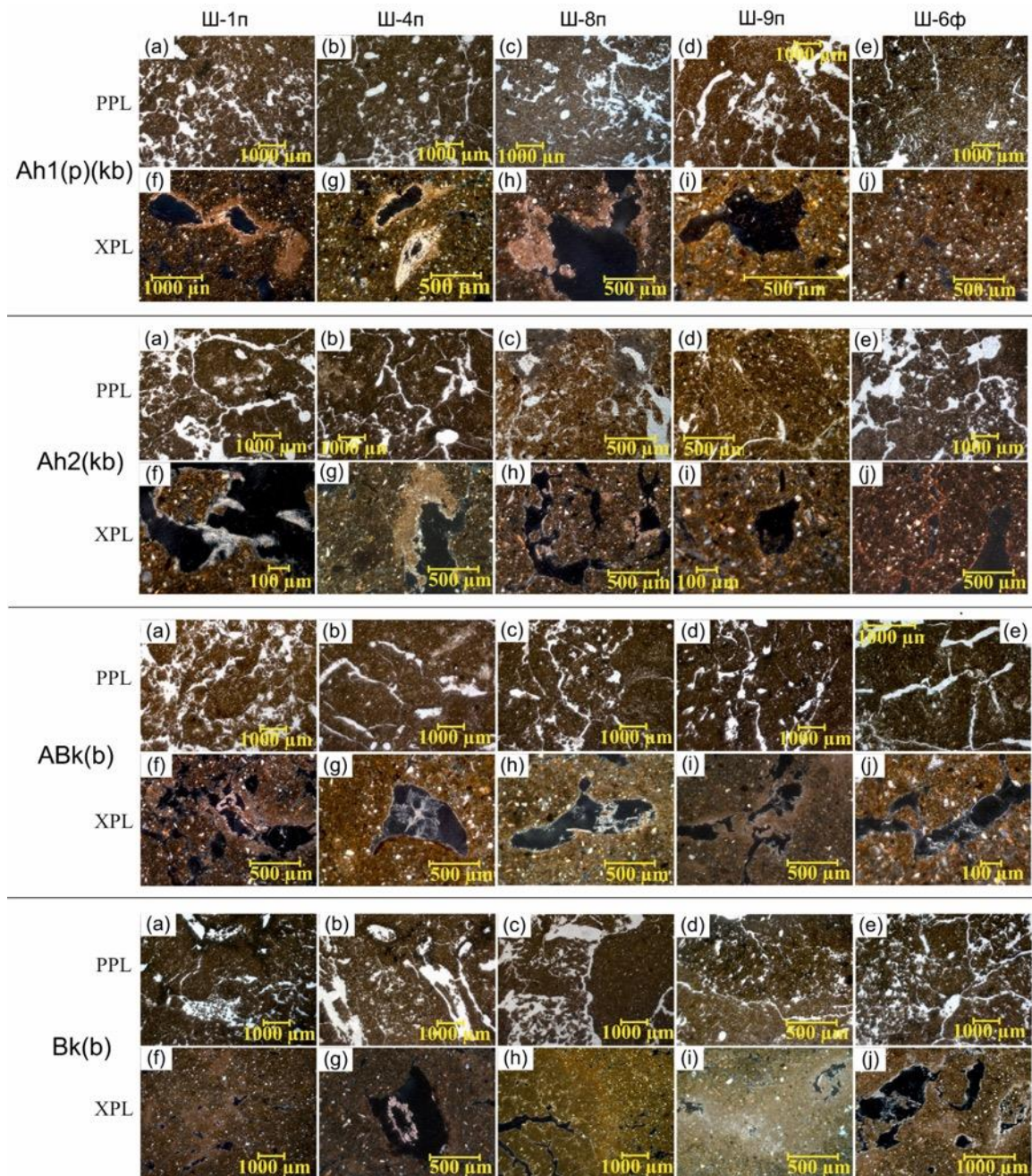


Рисунок 43. Микроморфологическое строение генетических горизонтов погребенных и современной почв хроноряда кургана Шумный. Вверху даны номера разрезов, слева – индексы горизонтов, наличие или отсутствие анализатора.

Горизонт АВк современной почвы заметно проработан мезофауной, диагностируются копролиты, обогащенные органическим веществом, поскольку они более темного цвета, чем окружающая окарбоначенная почвенная масса. Почвенная

масса агрегирована, выявлены комковатые агрегаты (рисунок 43, АВк(b), е). По степени окарбоначенности схож с разрезами Ш-8п и Ш-9п (рисунок 43, АВк(b), j).

#### *Горизонт Вкб*

В горизонте Вкб разреза Ш-1п и особенно Ш-4п отмечается угловато-блоковая микроструктура. Агрегаты разделены порами-трещинами, расположенными под острыми углами друг к другу (рисунок 43, Вк(b), а, b), тогда как в разрезах Ш-8п и Ш-9п микроструктура массивная и не прослеживается сети трещин. Тем не менее, в отдельных микрizonaх в описываемом горизонте в разрезах Ш-8п и Ш-9п диагностирована сравнительно активная деятельность мезофауны (рисунок 43, Вк(b) с, d).

Горизонты Вкб погребенных почв различаются по степени окарбоначенности. Для разрезов Ш-1п и Ш-4п характерна неравномерная окарбоначенность: пропиточные микрзоны (кристаллитовое микростроение) с микритовыми пленками и инфилингами в порах сменяются менее карбонатными микрizonaми (рисунок 43, Вк(b) f, g), в разрезе Ш-4п встречаются ОКК; поверх карбонатных аккумуляций появляются в заметном количестве пятна оксидов железа. Окарбоначенность этого горизонта в разрезе Ш-8п и особенно в Ш-9п значительно выше, разнообразие карбонатных аккумуляций достигает максимума, встречаются ОКК, игольчатый кальцит, микритовые пленки в порах, пропиточные микрзоны в ТДМ, нодули со скрытокристаллическим строением (рисунок 43, Вк(b) h, i).

Современная почва в этом горизонте очень похожа на разрезы Ш-8п и Ш-9п (рисунок 43, сравнение d с e). Горизонт Вк в разрезе Ш-6ф сильно окарбоначен, есть как пропиточные, так и игольчатые формы, скрытокристаллические нодули. Сплошь окарбоначены копролиты мезофауны, но при этом карбонаты в краевой части копролитов имеют признаки растворения (рисунок 43, Вк(b) j). По микроморфологическому строению профиля (за исключением признаков, связанных с распашкой) современная почва наиболее близка к почве разреза Ш-9п.

#### *4.4.3. Определение гранулометрического состава*

Гранулометрический состав показал, что в исследуемых почвах содержание частиц <0.01 мм составляет от 64 до 73%, а содержание илистой фракции (<0.001 мм) в некоторых случаях достигает 45% (среднем около 35%). Распределение этих фракций по профилям изученных почв позволяет сделать вывод о том, что рассмотренные профили

однородны по гранулометрическому составу, который можно охарактеризовать по классификации Н.А. Качинского как легкая глина (рисунок 44 а, б).

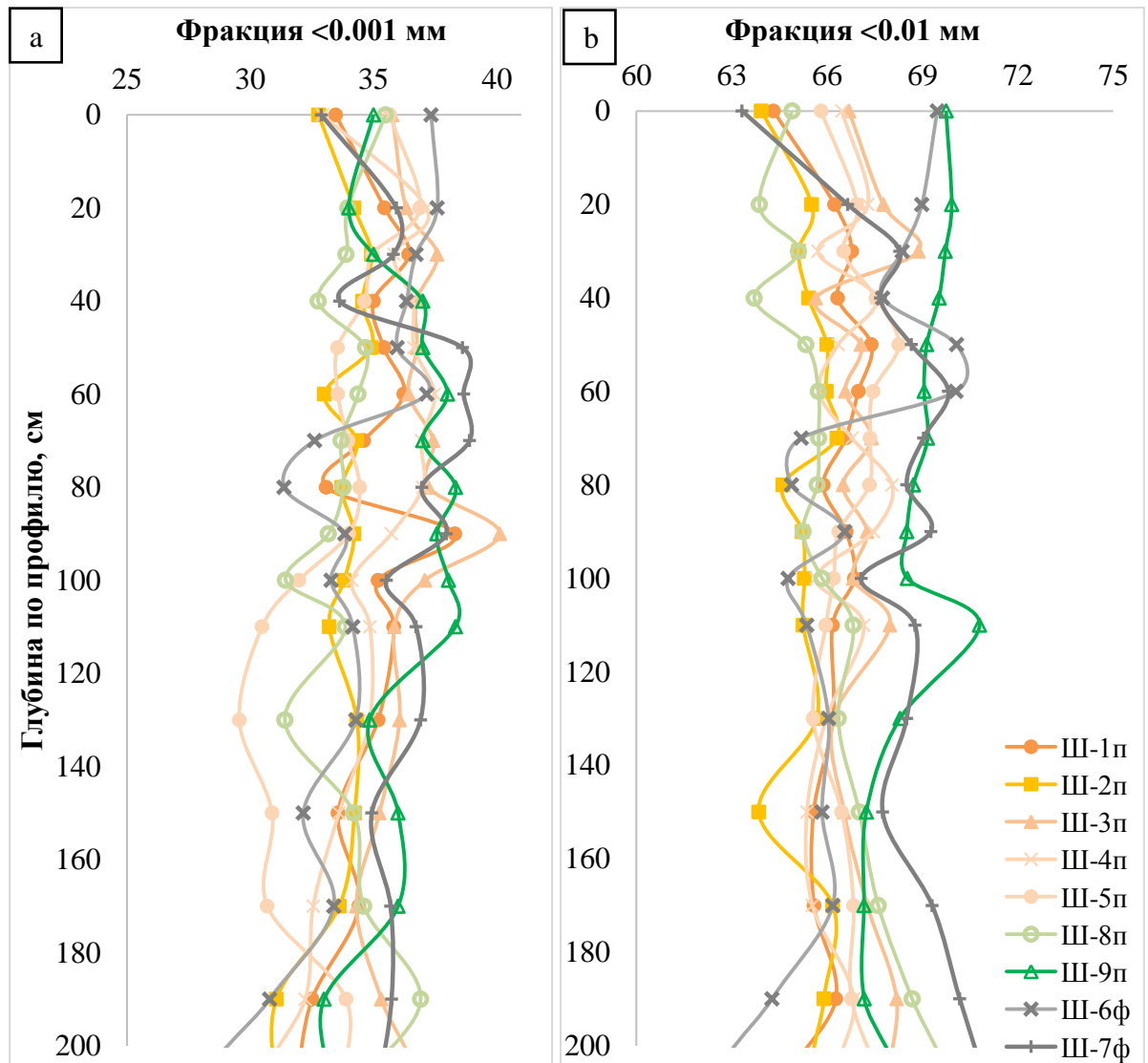


Рисунок 44. Профильное распределение а - илистой фракции ( $<0,001\text{ мм}</math>); б – физической глины ( $<0,01\text{ мм}</math>) (%) профилей почв ключевого участка Шумный.$$

#### 4.4.4. Определение углерода органического и карбонатного

По содержанию  $C_{\text{орг}}$  все палеопочвы характеризуются в 1.5-2 раза меньшим его количеством по сравнению с фоновыми разрезами (рисунок 45 а). Максимальные значения в современной почве приурочены к верхнему пахотному горизонту  $A_p$  и составляют 2.0-2.2%, тогда как в верхнем горизонте погребенных почв значения варьируют от 0.7-0.9% в разрезах Ш-1п – Ш-5п до 1.5% в разрезе Ш-9п. На глубине около 70-80 см во всех погребенных почвах значения  $C_{\text{орг}}$  схожи и не превышают 0.6-0.7%.



В связи с длительностью погребения около 4000-5000 лет в верхних горизонтах погребенных почв остается от 30 до 50% от исходного содержания органического вещества (Иванов, 1992). Пересчет полученных данных с учетом убыли органического углерода в процессе диагенеза показывает, что в верхнем горизонте погребенных почв с наименьшим актуальным содержанием  $C_{\text{орг}}$  (разрезы Ш-1п и Ш-5п – раннекатакомбное время) реконструированные значения составляют 1.8%, а с большим актуальным содержанием (разрез Ш-9п – срубное время) – 3.8%.

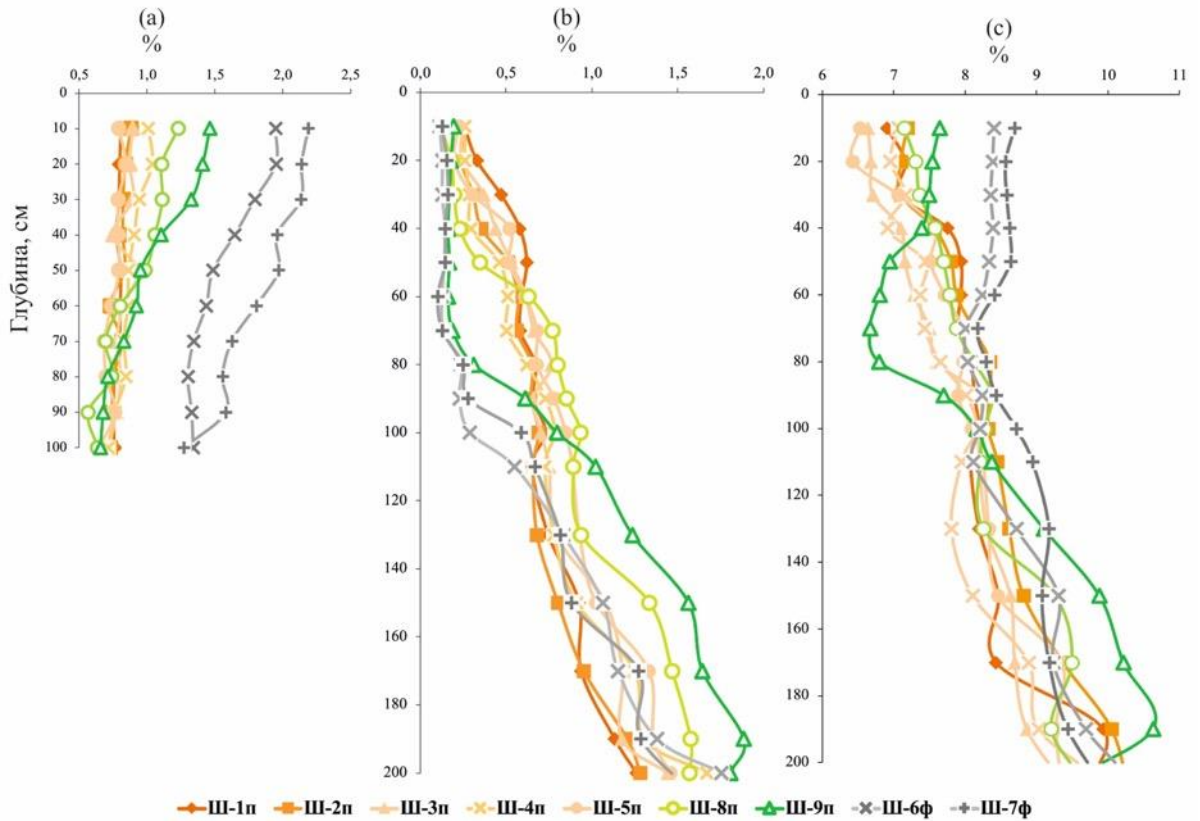


Рисунок 45. Профильное распределение а - содержания органического углерода (%), б – содержания углерода карбонатов (%), с – потерь при прокаливании (%) в почвах ключевого участка Шумный.

В распределении  $C_{\text{карб}}$  по профилям изученных погребенных и современных почв отмечается ясная тенденция увеличения его содержания с глубиной: от 0.1% сверху до 1.9% внизу (рисунок 45 б). Наибольшее содержание  $C_{\text{карб}}$  в верхней части профиля обнаружено в раннекатакомбных погребенных почвах (разрезы Ш-1п – Ш-5п), максимальные значения на глубине 40 см составляют 0.6%, тогда как в срубной почве разреза Ш-9п и в современных почвах (разрезы Ш-6ф и Ш-7ф), эти значения не превышают 0.15%. Содержание  $C_{\text{карб}}$  возрастает с глубиной и достигает максимума в нижней части профиля, для палеопочв в разрезах Ш-1п – Ш-5п эти значения в среднем

составляют 1.5%, а для разрезов Ш-8п и Ш-9п – 1.9%. Все палеопочвы, кроме разреза Ш-9п, имеют схожий характер распределения  $C_{\text{карб}}$ : постепенное увеличение значений к нижней части профиля, без выраженных максимумов аккумуляции, тогда как разрез Ш-9п отличается резким скачком возрастания содержания  $C_{\text{карб}}$  на глубине 90-100 см. В фоновых почвах содержание  $C_{\text{карб}}$  увеличивается с 0.1% в верхней части профиля до 0.8% в средней, максимум приурочен к 200 см и составляет 1.8%.

Кривая распределения ППП в изученных почвах практически повторяет таковую для  $C_{\text{карб}}$  в карбонатных горизонтах, показывая, что именно карбонаты вносят наиболее существенный вклад в величину ППП, а заодно подтверждая достоверность измерения  $C_{\text{карб}}$ , так как данные получены принципиально разными методами (термическим –ППП и химическим –  $C_{\text{карб}}$ ), (рисунок 45 с).

#### 4.4.5. Определение состава обменных оснований

По данным содержания обменных оснований видно, что во всех изученных почвах преобладает обменный кальций, составляя >70% от суммы катионов (рисунок 46). Вместе с тем, содержание обменного натрия заметно различается в почвах хроноряда.

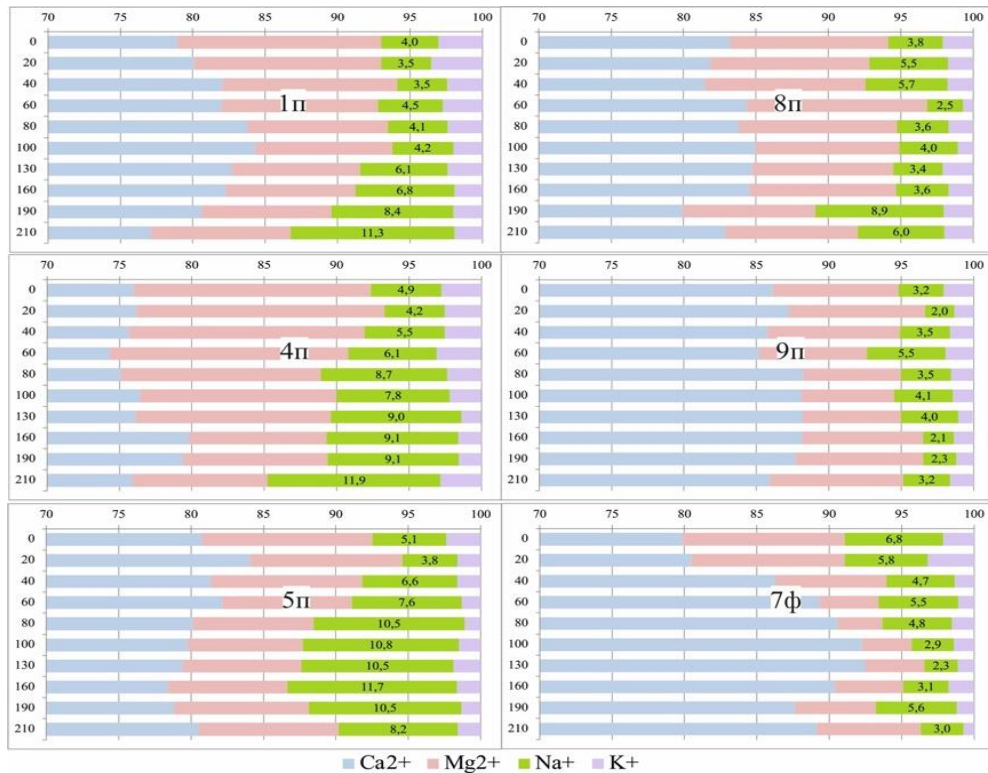


Рисунок 46. Содержание обменных оснований (%) в почвах ключевого участка Шумный.

Так, наибольшие величины приурочены к нижней части профилей раннекатакомбных палеопочв разрезов Ш-4п, Ш-5п и достигают 11.9%, а в среднем по профилю значения не опускаются ниже 5-6%. Тогда как в срубной палеопочве разреза Ш-9п содержание обменного натрия колеблется от 2 до 5.5% по всему профилю. Процентное содержание обменного натрия в составе обменных оснований в современной почве близко к содержанию в почве срубного времени (разрез Ш-9п).

#### 4.4.6. Определение магнитной восприимчивости

По величине магнитной восприимчивости, измеренной в первом полуметре профилей погребенных и фоновых почв, можно проследить снижение содержания с глубиной и увеличение значений от начала к концу строительства кургана (рисунок 47).

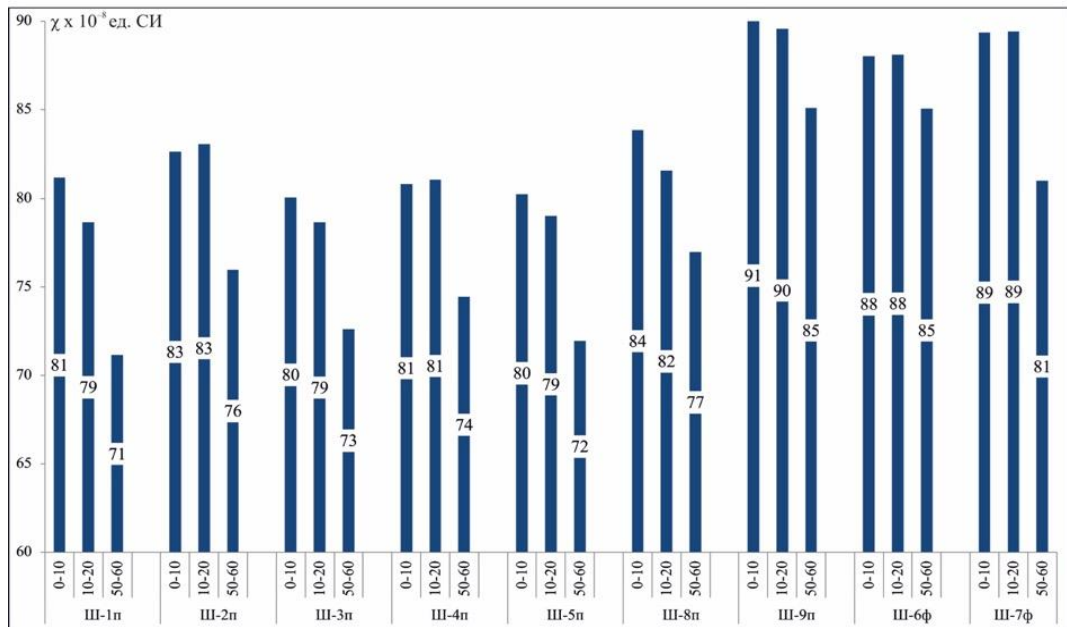


Рисунок 47. Распределение величин удельной магнитной восприимчивости (МВ, MS,  $\chi$  ( $10^{-8}$  ед. СИ)) по профилям почв ключевого участка Шумный.

Наименьшими значениями  $\chi$  ( $79-81 \times 10^{-8}$  ед. СИ) в верхних 20-ти см характеризуются раннекатакомбные почвы разрезов Ш-4п – Ш-5п, а наибольшие значения приурочены к срубной почве разреза Ш-9п ( $91 \times 10^{-8}$  ед. СИ) и современным почвам ( $88-89 \times 10^{-8}$  ед. СИ).

#### 4.4.7. Спорово-пыльцевой анализ

В верхних горизонтах разрезов Ш-1п - Ш-3п – раннекатакомбное время (4800-4700 л.н.) - палиноспектры имеют близкий состав: преобладает пыльца покрытосеменных растений, пыльца хвойных растений имеет второстепенное значение

(рисунок 48). В данной подгруппе преобладает пыльца сосны, морфологические особенности которых позволяют отнести их к секции *Sula* и виду *Pinus kochiana*. Современный ареал сосны Коха приурочен к более южным областям и территории Крыма. Кроме этого, в группе голосеменных растений отмечены единичные зерна пихты (*Abies*), ели (*Picea*), можжевельника (*Juniperus*).

В подгруппе древесных покрытосеменных растений преобладает пыльца мелколиственных пород – берез (*Betula*), ольхи (*Alnus*), ивы (*Salix*). Широколиственные породы представлены пыльцой дуба (*Quercus*), вяза (*Ulmus*), а в палеопочве Ш-1п отмечены единичные зерна липы (*Tilia*) и граба (*Carpinus*).

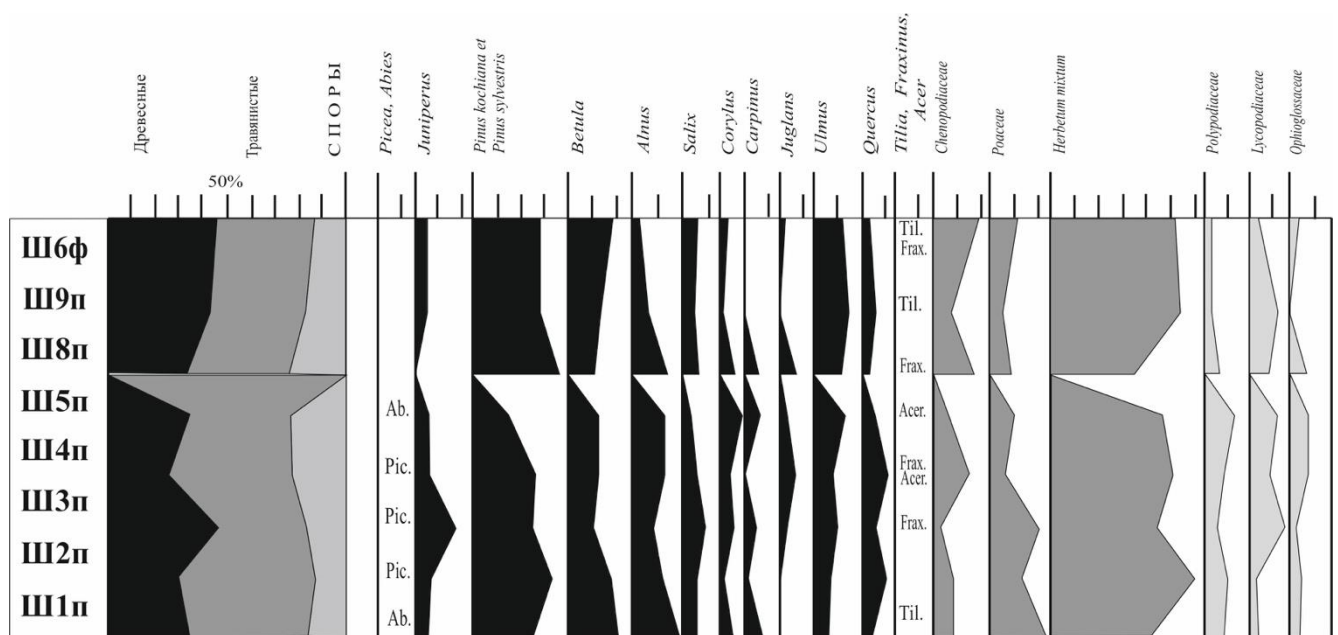


Рисунок 48. Схема изменения флористического состава растительности в хронологическом ряду кургана Шумный (составила Трегуб Т.Ф.).

Травянистая растительность складывается в основном пыльцой злаков и разнотравья. Споры представлены в основном многоножковыми (*Polypodiaceae*), уховниковыми (*Ophioglossaceae*) и плауновыми (*Lycopodiaceae*). Кроме этого, отмечены единичные зерна сфагновых мхов.

Вышеописанный состав палиноспектров может свидетельствовать о развитии на прилегающей территории в раннекатакомбное время (4800-4700 л.н.) разреженных сосняков по склонам водоразделов, с небольшими куртинами лесной растительности на самих водоразделах, где превалировали дубравы с участием, клена, липы, граба, вяза, с подлеском из представителей семейства *Rosaceae*: шиповника, малины, ежевики,

облепихи (*Hippophae rhamnoides*) и орешника (*Corylus*). На опушках и полянах присутствовали земляничники. В долине были развиты в основном березняки и ольшаники.

Состав палиноспектров проб из палеопочв позднекатакомбного времени (4700-4200 л.н.) разрезов Ш-4п, Ш-5п и Ш-8п близок. Хвойные породы в основном слагается пылью сосны близкой по морфологии виду *Pinus kochiana*. Единично отмечена пыльца пихты (*Abies*), ели (*Picea*), лиственницы (*Larix*) и можжевельника (*Juniperus*).

Возрастает роль покрытосеменных древесных пород и становится богаче видовой состав пыли. Так на фоне преобладания пыли мелколиственных пород в составе широколиственной ассоциации появляется пыльца грецкого ореха (*Juglans*), максимальные значения которой отмечены в пробе из разреза Ш-4п и единично (проба из разреза Ш-5п) – каркаса (*Celtis glabrata*). Эти два элемента флоры указывают на значительное потепление климата. На водоразделах расширяет площади лесная составляющая. На данном этапе на плакорах были развиты дубово-вязовые леса несомкнутого ряда, с участием клена, граба, каркаса, грецкого ореха. Подлесок формировали: лещина и элементы семейства розоцветных. Склоны водоразделов могли занимать сосновое редколесье. Вдоль береговой линии водоемов расселялись ольшаники и ивняки.

Среди травянистых растений в пробе из разреза Ш-4п максимальную из всех сравниваемых проб долю составляла пыльца маревых (*Chenopodiaceae*), а в пробе из разреза Ш-5п обнаружены пыльцевые зерна полыни (*Artemisia*), что указывает на аридизацию климата. Поскольку больше ни в одной из проб, кроме современной почвы, такого количества пыли маревых не встречается, и полностью отсутствуют даже единично зерна полыни, можно заключить, что аридизация имела эпизодический характер, не была продолжительной. В современной почве высокая доля пыли маревых, помимо современной аридизации климата, может быть обусловлена тотальным нарушением растительного покрова за счет агрогенной деятельности

Проба срубной палеопочвы (3500-300 л.н.) разреза Ш-9п характеризуется примерно равным содержанием пыли древесной и травянистой растительности. Здесь в составе пыли хвойных пород появляется пыльца сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) наравне с сосной Коха и появление спор дифазиума альпийского (*Diphazium alpinum* (L.) Rothm.). Резко беднеет видовой состав пыли покрытосеменных древесных

пород. Березняки и ивняки расселялись вблизи водоемов, на водоразделах довольно широко были развиты дубово-вязовые (*Querus-Ulmus*) леса, с участием липы (*Tilia*), бирючины (*Legustrum vulgare*) и жасмина (*Jasminium fruticans*). Состав пыльцы травянистой растительности отражает примерно те же экологические условия, что и для предыдущего этапа. Резкое сокращение участия пыльцы злаковых растений может указывать на увеличение количества осадков и появления сильно обводненных территорий к моменту заложения V насыпи (XV – X вв. до н.э.). На это указывает большое количество спор ликоподиеллы заливаемой (*Lycopodiella inundata*) и появление спор дифазидума альпийского (*Diphazium complanatum*).

В целом, палиноспектр разреза III-9п свидетельствует об увеличении увлажнения по сравнению с условиями для других разрезов и, возможно, похолодании в срубное время (Приложение 2, таблица 3).

Проба из современной почвы содержит спектр, отразивший примерно равные соотношения пыльцы древесной растительности и травянистой. Состав пыльцы хвойных пород представлен сосной Коха, сосной обыкновенной и можжевельником. Эти группировки образуют заросли по склонам возвышенностей, где сосна Коха формирует низкорослые криволесья. На водоразделах развиты в основном вязовые леса с участием ясеня и единично дуба, липы, грецкого ореха. Березняки и ольшаники занимают переувлажненные участки и прибрежные линии водоемов, что соответствует растительности пойм близлежащих рек Малый Зеленчук и Средний Зеленчук (притоки р. Кубань). Травянистый покров отражает существование на прилегающей территории луговых ассоциаций (пойменные луга), а также наличие пахотных угодий (злаков 10.8%). Значительное количество пыльцы маревых (*Chenopodiaceae*, 24.4%) в данном случае указывает на расширение площадей, нарушенных при хозяйственной деятельности человека. В настоящее время на территории исследований на водоразделах развиты причерноморские дерновинно-злаковые сухие ковыльные степи, а в предгорьях Западного Кавказа – причерноморско-заволжские степи с локальными дубовыми лесами.

На основе такого описания палинологического спектра современной растительности можно лишней раз убедиться, что он отражает усредненную растительность значительного региона, что неоднократно подчеркивалось палинологами при проведении спорово-пыльцевого анализа для его правильной интерпретации.

## ГЛАВА 5. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ КУРГАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРИЕМОВ СТРОИТЕЛЬСТВА БОЛЬШИХ КУРГАНОВ БРОНЗОВОГО ВЕКА

### *5.1. Ключевой участок «Ессентукский I»*

#### *5.1.1. Морфологическое описание курганных конструкций*

Курган был сооружен на пологом склоне, угол наклона около 1° с севера на юг (рисунок 15, 16). Вначале, при сооружении первой грунтовой конструкции (рисунок 16, *1ес*), центральное погребение было оконтурено двумя невысокими, ориентированными в широтном направлении валиками из буровато-желтого материала (10YR 5/4), взятого из глубоких горизонтов ямы основного погребения (так называемый выкид) (рисунок 16, *1f*). По цвету данный материал совпадал с горизонтом ВСкв палеопочвы, погребенной под *1f*, разрез Ес1п-18 (рисунок 17 а).

Между этими валиками в основание первой и второй конструкций был положен материал с явными признаками оглеения, сильно ожелезненный и оглиненный, имевший цвет 2.5Y 4/2-4/4 (рисунок 17 б). В погребенных под курганом почвах не было найдено аналога этому материалу, поэтому мы предположили, что он был привезен из заболоченного места в пойме реки Подкумок. В самом центре кургана мощность оглеенного материала составляла около 50 см и затем понижалась, составляя в основании второй конструкции не более 10 см. Из этого материала были отобраны 3 образца на химический анализ и один – на микроморфологию (Таблица 4, образцы 1-3).

Поверх оглеенного материала в первой конструкции был выложен однородный коричнево-серый материал, 10YR 4/3 – brown. По цвету этот материал совпадал с горизонтом AhVkb, разрез Ес1п-18. Из валиков и коричнево-серого материала с северной и южной сторон *1ес* отбирались образцы (Таблица 4, образцы 4-7).

Для создания второй, третьей и четвертой земляной конструкций в кургане выкладывались глинобитные слои более темного гумусированного и более желтого материала самой разной толщины (рисунок 17 с), которые чередовались между собой. Слои имели чашеобразный прогиб, в составе слоев помимо мелкозема присутствовала

мелкая каменная крошка размером от 3–4 мм до 1–2 см, приуроченная больше к темным слоям, чем к желтым. Длина слоев кверху кургана постепенно уменьшалась, и чередующиеся слои в бровке образовывали почти правильную пирамиду или конус (рисунок 16, 2ес, 3ес, 4ес). Из-за того, что центр кургана с самого верха и вплоть до основного погребения был нарушен просадкой грунта после обрушения перекрытия погребения и более поздней грабительской ямой, верхняя часть первой грунтовой конструкции также была нарушена, в ней четко был виден только материал коричнево-серого цвета (рисунок 16, 1ес). Пирамидальная форма первой грунтовой конструкции скорее угадывалась, чем была видна. Кроме этого, центр был смещен к северу из-за того, что грабительская яма прорезала южную часть первой и второй грунтовых конструкций.

Вторая грунтовая конструкция была сделана так же, как и первая – валики по внешней границе и между ними чередующиеся темные и желтые слои с чашеобразным прогибом, образующие пирамиду. В данном и во всех последующих случаях желтый грунт для валиков брался уже не из ямы основного погребения, а, как мы предполагаем, из горизонтов AhVkb and Vkb погребенной под второй конструкцией почвы (разрез Ес2п-18) и перемешивался. Вторая пирамида была видна гораздо более четко, как на южной, так и на северной сторонах западного фаса центральной бровки (рисунок 16, 2ес), поскольку выходила за пределы грабительской ямы. Остальной материал во всех курганных конструкциях, который имел более темный цвет, 10YR 4/1, брался, предположительно, из материала гумусового горизонта (Ah или AhB). А более желто-палевый материал, 10YR5/3 – из горизонта Vк. Отобраны образцы из темных и желто-палевых прослоев в 2ес с С и Ю сторон центральной бровки (Таблица 4, образцы 8-11).

Из третьей и четвертой конструкций также были отобраны образцы из желтых и темных прослоев на С и Ю частях центральной бровки, западный фас (Таблица 4, образцы 12-19). Если в 3ес слои имели тот же цвет, что и в 2ес, то в 4ес темные и желтые слои были примерно на градацию светлее, 10YR 4/2-4/3 и 10YR 5/4-5/5, соответственно. Различия в цвете темного и желтого материала визуально уменьшилось, так как отчетливо было выражено усиление окарбоначивания четвертой конструкции (4ес) (рисунок 17 d).

Первая каменная конструкция (1сс), кромлех, представляла из себя каменные плиты размером 1.2(1.5) × 0.6(0.8) м, выставленные на торцы, плотно одна к другой, по



периметру основания всей курганной конструкции. Камни второй (ранней) и третьей (поздней) каменной конструкций лежали в однородном палево-сером окарбоначенном материале, 10YR 4/3, который, предположительно, использовался как цемент, в нем или им закрепляли камни. В этом материале не прослеживаются никаких слоев, он однородный.

Вторая и третья каменные конструкции видны лишь с северной стороны кургана, поскольку в южной его части камни уходят под дорогу вдоль улицы и частично были использованы при строительстве этой дороги. При просмотре кургана сверху (рисунок 15) четко видна двуслойность каменной выкладки (различаются две последовательные крепиды) с его северной стороны: нижняя часть – вторая каменная конструкция и верхняя – третья каменная конструкция. Каменный материал в каменных конструкциях, как крупные плиты, так и относительно мелкие камни – это бештаунит (щелочной пироксен-амфиболовый трахилипарит) – горная порода, получившая свое название от горы Бештау и добытая древними строителями, по-видимому, на осыпях с горы Шелудивой (в 6 км на С–В по прямой или в 8 км по дорогам от кургана), или, возможно, с самой горы Бештау (около 9 км к С–ВВ от кургана по прямой и несколько больше – по дорогам). Кроме этого, в 3sc зафиксировано использование отдельных речных галек и булыжника. Камни как нижней (2sc), так и верхней (3sc) крепид закреплялись в однородном палево-сером окарбоначенном материале, 10YR 4/3, сходном по внешнему виду с таковым для кромлеха. Условно, земляной материал, в котором закреплялись камни каменных конструкций кургана, названы цементами. Из цементах всех каменных конструкций отобраны образцы для дальнейшего изучения (Таблица 4, образцы 20-23).

#### *5.1.2. Микроморфологический анализ*

В оглеенном материале в основании кургана четко видны были значительные масштабы ожелезнения, а также следы искусственного перемешивания (рисунок 49 а).

Этот материал характеризовался порфириновидным микросложением, где тонкодисперсная масса (ТДМ) полностью заполняет пространство между грубодисперсными частицами разных размеров. При этом минеральные зерна состояли преимущественно из мелких (от 1 до 10 мкм) обломков биогенных карбонатов, т. е. раковин наземных моллюсков, что характерно и материала других сооружений изучаемого кургана. Такие же особенности были обнаружены в палеопочвах, погребенных под курганом. Это является свидетельством процесса литогенной

карбонатизации, что однозначно подтверждает, что все конструкции исследованного кургана состояли в основном из почвенного материала. В основной массе наблюдается неоднородность: микрозоны более окарбоначенные, содержащие точечный органический гумус чередуются с более ожелезненными микрозонами (рисунок 49 с).

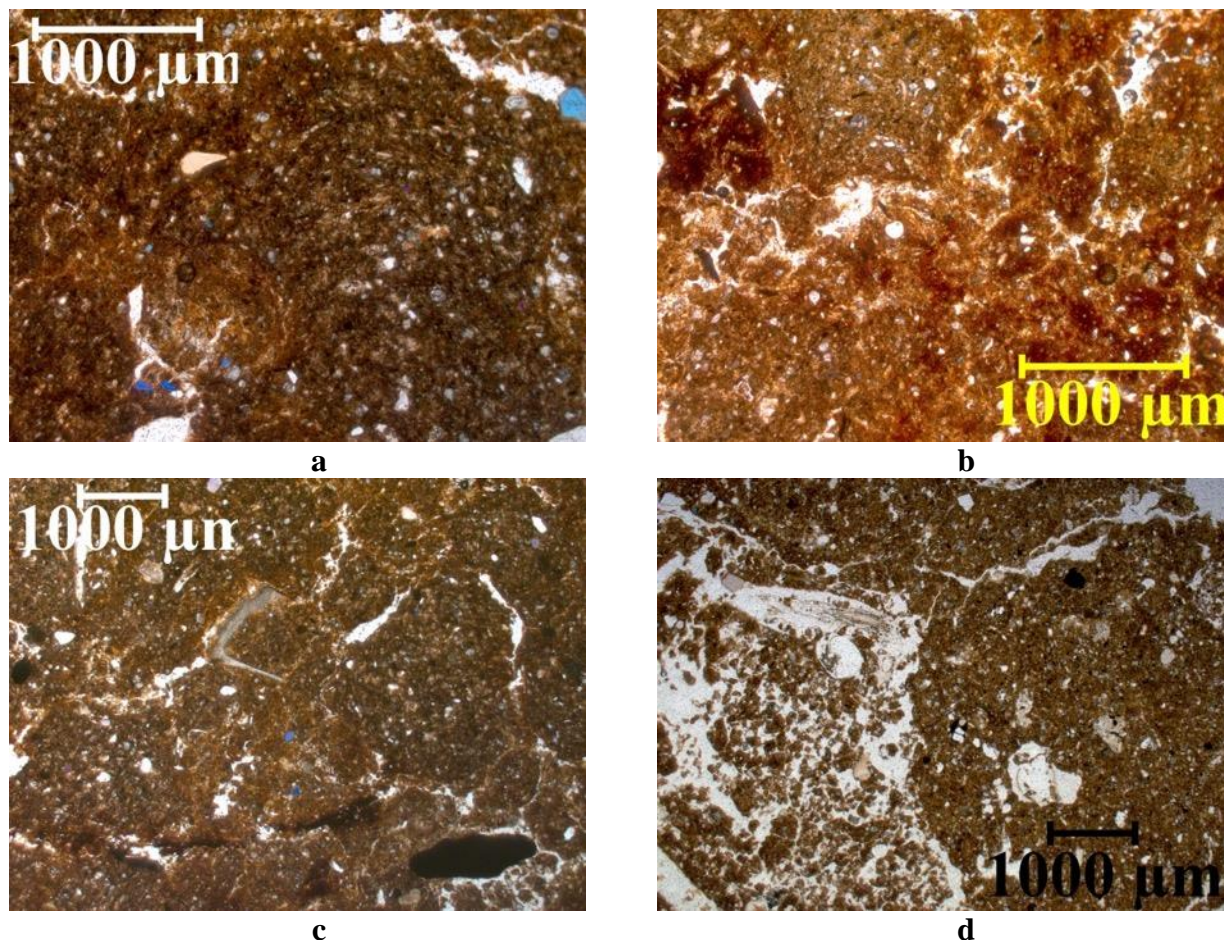


Рисунок 49. Микростроение оглеенного материала с сильным ожелезнением в основании кургана Эссентукский I (а–с) и валиков первой земляной конструкции (d): а, b – ожелезненный материал со следами искусственного перемешивания, микроучастки с пузырьковыми порами; с – микрозоны более окарбоначенные, содержащие точечный органический гумус чередуются с более ожелезненными микрозонами, обломки крупных карбонатных раковин (верхняя часть), а также Fe-Mn пленки в порах и пропитка тонкодисперсной массы (нижняя часть); d – разноуплотненный материал, следы искусственного перемешивания. Все снимки сделаны без анализатора (PPL).

В этом материале встречаются обломки крупных карбонатных раковин (рисунок 49 с, верхняя часть), а также Fe-Mn пленки в порах и пропитка тонкодисперсной массы (рисунок 49 с, нижняя часть). Антропогенное воздействие на оглеенный материал

отражалось не только в следах искусственного перемешивания, но и в наличии немногочисленных микрообломков костей (рисунок 54 d).

Материал земляных валов, окружавших первое земляное сооружение, характеризовался умереннокомпактным микростроением с преобладанием изометричных замкнутых пор (*polyconcave vughs*, Cammas, 2018) и микроучастков с пузырьковыми порами (рисунок 49 d). Наблюдаются мелкие вкрапления глинисто-железистых оксидов в основной массе, и редкие скрытокристаллические карбонатные новообразования.

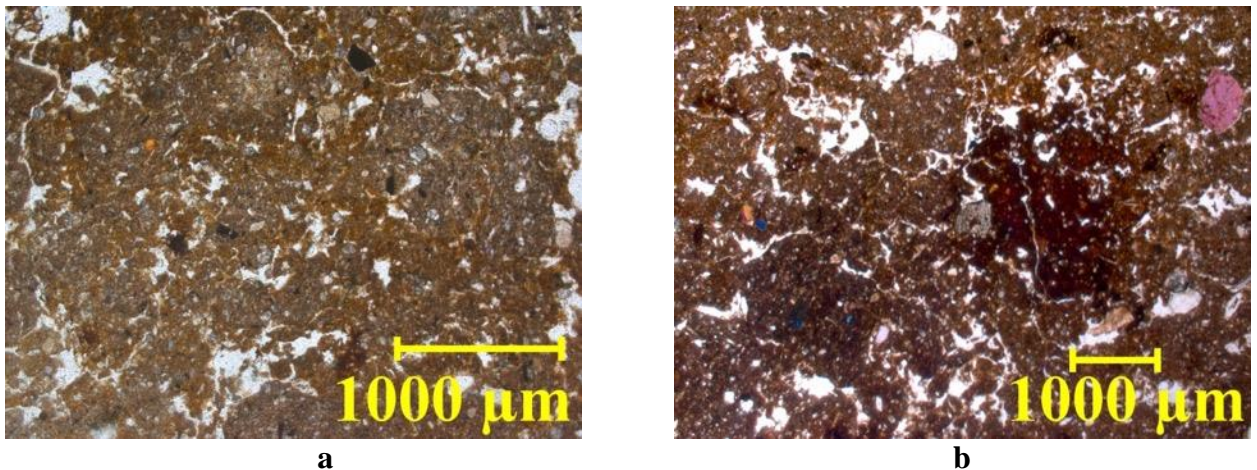


Рисунок 50. Микростроение первой земляной конструкции кургана Эссентукский I: а – слабоуплотненная окарбоначенная микромаassa с включением мелких обломков раковин (серые частицы) и многочисленными изометричными замкнутыми порами; б – пятна сильной ожелезненности (в центре), включения мелких камней и обломков диаметром 0,5 – 1 мм (правый верхний угол). Все снимки сделаны без анализатора (PPL).

Палево-желтый материал первой земляной конструкции был представлен слабоуплотненной окарбоначенной ТДМ (рисунок 50 а) с включениями мелких обломков раковин и многочисленными относительно крупными изометричными замкнутыми порами. Основная масса была неоднородной и состояла из чередующихся микроучастков, относительно более сильно окрашенных железом и относительно более окарбоначенных (рисунок 50 б). Хотя имелись микроучастки с очень слабыми следами перемешивания, было очевидно, что этот материал в слегка увлажненном состоянии был утоптан или утрамбован для формирования этой конструкции.

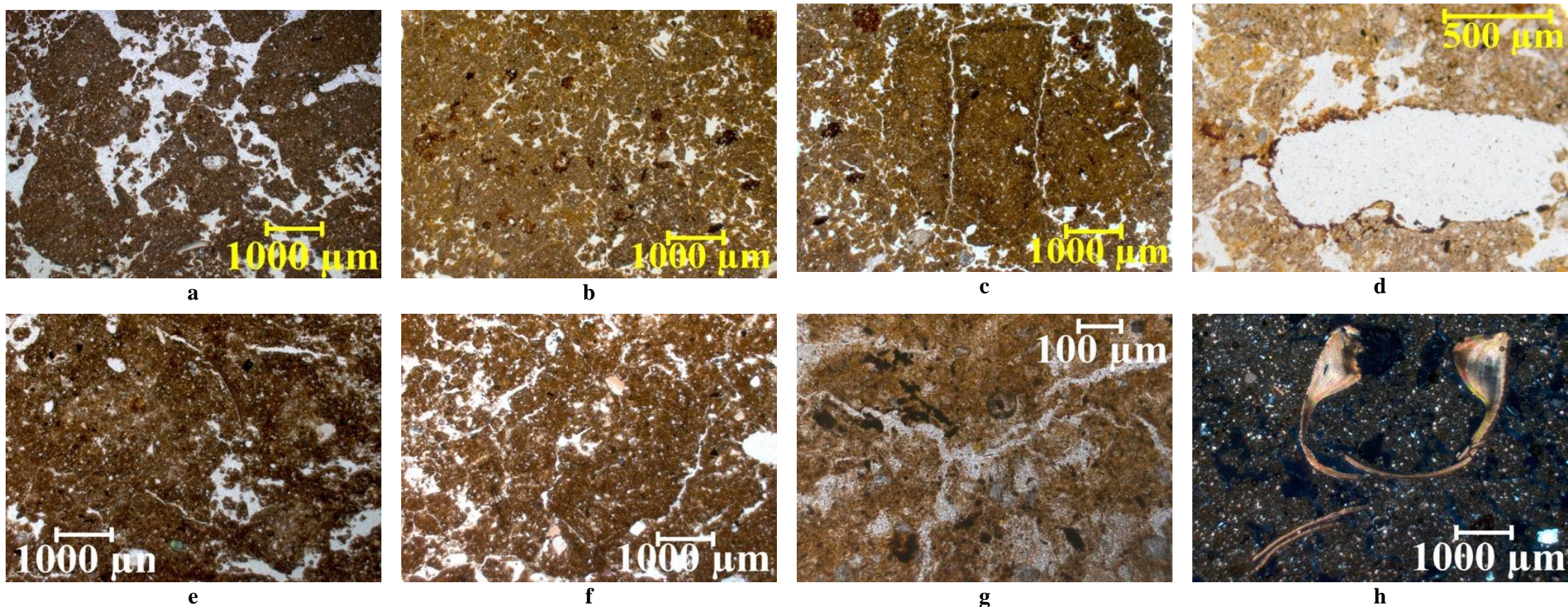


Рисунок 51. Микростроение второй (a-d) и третьей земляной (e-h) конструкции кургана Эссентукский I: a - темно-серый материал с высоким содержанием органического вещества и более рыхлой структурой, нарушенная деятельность биоты; b – светло-коричневый материал с более высоким содержанием карбонатов и большей плотностью, пятна железа и изометричные замкнутые поры; c - примесь аллохтонного вещества, отразившееся на большей плотности и степени окрашенности железом с резкими границами; d - органо-железистая пленка в поре; e - темно-серый материал третьей конструкции; f - светло-коричневый материал третьей конструкции; g – Fe-Mn конкреции в желтом материале третьей конструкции; h - раковины речных моллюсков. Снимки a-g - сделаны без анализатора (PPL), h – с анализатором (XPL).

Он содержал примесь материала с сильной ожелезненностью, аналогичной таковой в основании этой конструкции, а также включения мелких камней и обломков (рисунок 50 b, правый верхний угол).

Вторая и третья земляные конструкции состояли из чередующихся слоев темно-серых (рисунок 51 a, e) и палево-желтых материалов (рисунок 51 b, f), которые на микроуровне различались следующим образом: первые имели более высокое содержание органического вещества, отражающееся в цвете и более рыхлую консистенцию, а вторые - более высокое содержание карбонатов и большую плотность.

Темный материал также был более нарушен биогенной активностью (рисунок 51 a, e), а светлый материал имел больше признаков окрашивания железом (рисунок 51 b, f). В обоих материалах в больших порах отмечается наличие органо-железистых пленок (рисунок 51 d) и Fe-Mn конкреций (рисунок 51 g), что явно указывает на использование воды в процессе строительства конструкций. В соответствующих горизонтах погребенных почв таких покрытий не наблюдалось. Материал обеих конструкций содержал примеси аллохтонного вещества, которое на микроуровне отразилось в различной степени окрашенности железом, более высокой плотностью и иногда резкими границами (рисунок 51 c).

Темно-серый и палево-желтый материал четвертой земляной конструкции существенно не различались на микроуровне. Однако и те, и другие существенно отличались от материалов первых трех земляных сооружений, т. е. их микромаасса имела более отчетливые карбонатные вкрапления и редкие крупные скрытокристаллические нодули, а также значительные примеси органического вещества, например, в виде вкраплений черного аморфного органического вещества на желтом фоне (рисунок 52 a, b, c). Наличие в порах тонких органо-железистых пленок и участков микромаассы сильно окрашенных железом свидетельствуют об использовании воды при строительстве конструкции (рисунок 52 d).

Материал кромлеха (первой каменной постройки) имел явные черты искусственного перемешивания во влажном состоянии в течение длительного времени, например, разноокрашенные микроучастки массы (рисунок 53 a).

Также о длительном воздействии воды свидетельствует наличие большого количества структурированных карбонатных кутан в порах, которые могли образоваться только *in situ* (рисунок 53 b).

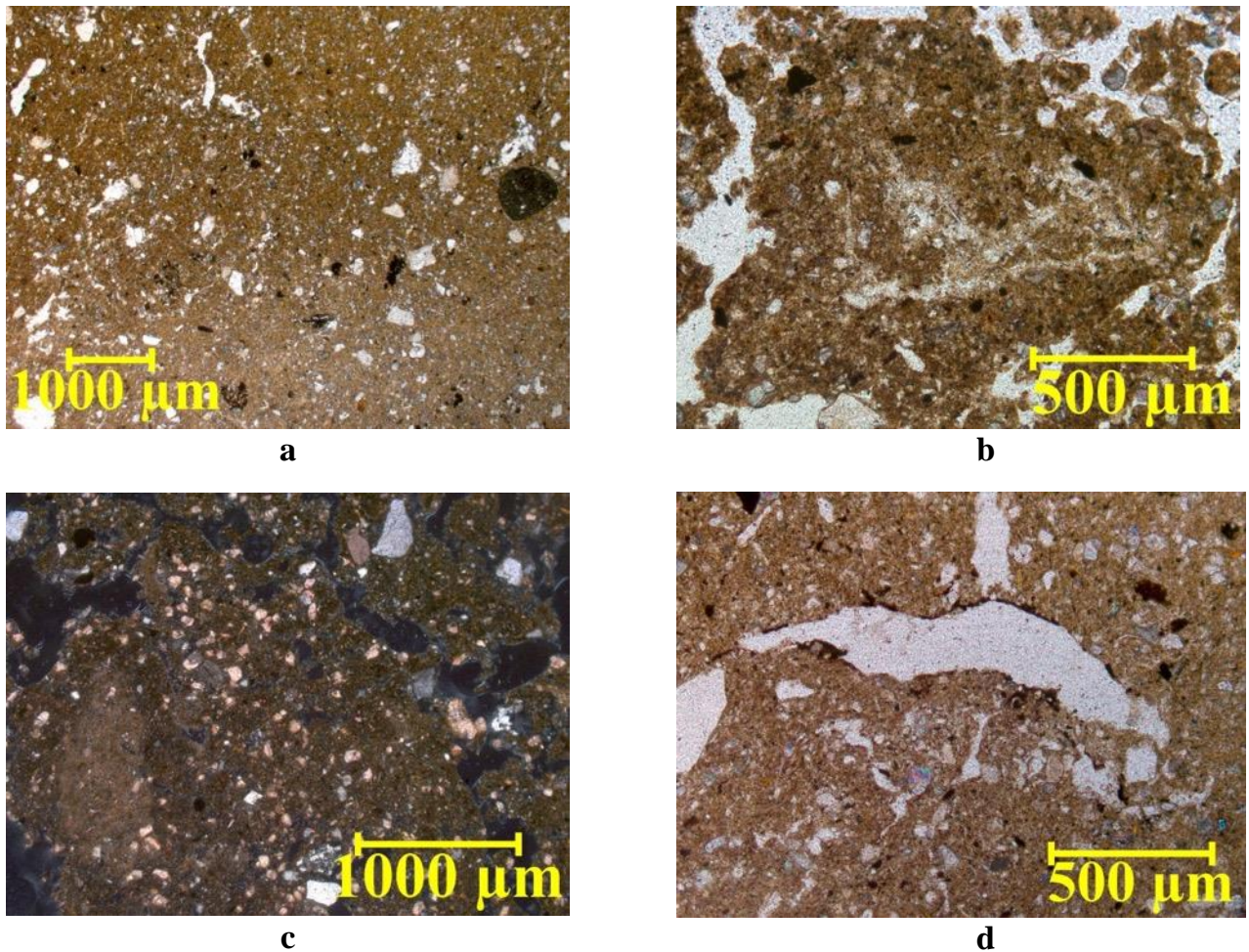


Рисунок 52. Микростроение четвертой земляной конструкции кургана Эссентукский I: а - карбонатные включения и редкие крупные скрытокристаллические нодули; б - включения черного аморфного органического вещества на желтом фоне; в - признаки замеса материала и окарбоначенность; д - органо-железистая пленка в поре. Снимки а, б, д - сделаны без анализатора (PPL), в - с анализатором (XPL).

В материалах как нижней, так и верхней крепи (вторая и третья каменные конструкции) имелись микроучастки, заметно различающиеся по содержанию железа и карбонатов (рисунок 53 с, д), что указывало на значительные примеси материала с сильным железистым окрашиванием (например, речной ил) к исходно карбонатному материалу из почвенных горизонтов (АВкб и Вкб).

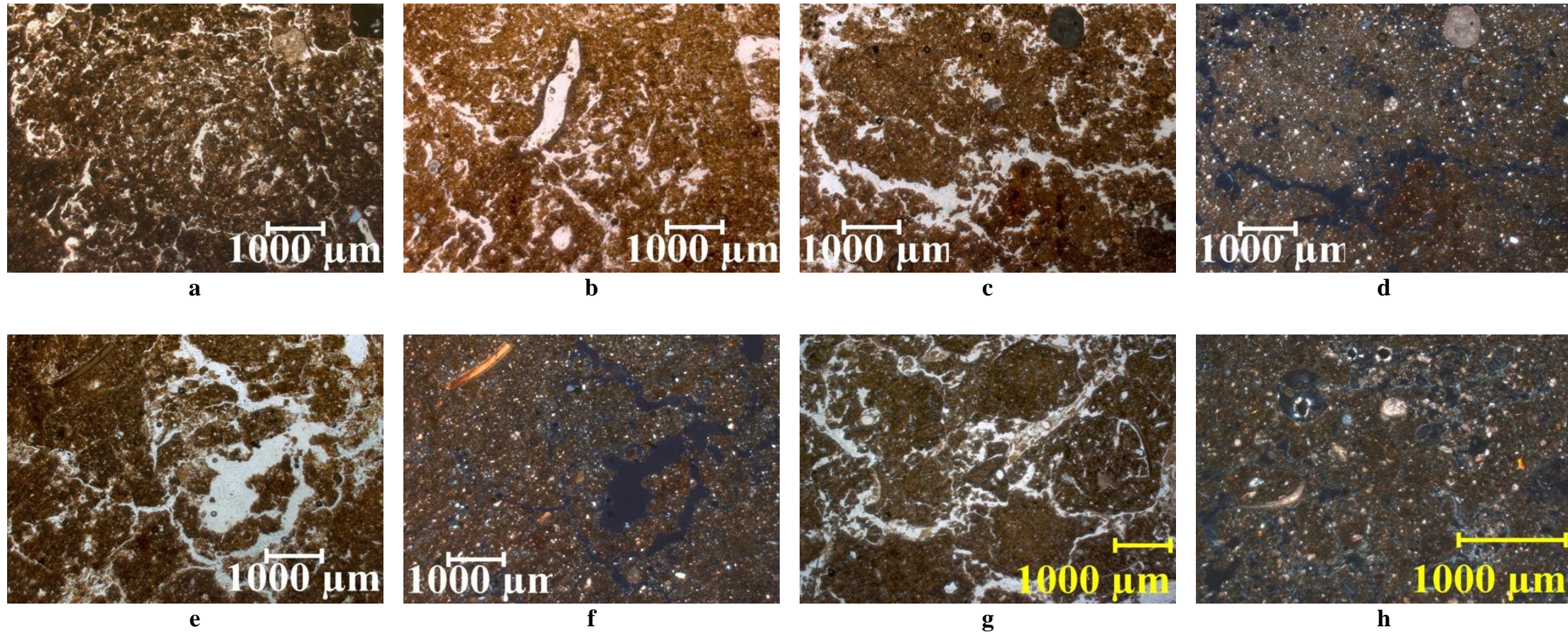


Рисунок 53. Микростроение цемента кромлеха (a, b), нижней и верхней крепиды (c, d) кургана Эссентукский I: a – разноокрашенные микроучастки массы; b – карбонатная кутана в поре; c, d - микроучастки, заметно различающиеся по содержанию железа и карбонатов, волнистые трещины и замкнутые изометрические поры; e, f - удлиненные фрагменты раковин и почти полное отсутствие округлых литогенных обломков карбонатов; g, h - следы замеса цемента, на который закреплялись камни каменных конструкций кургана. Снимки a, b, c, e, g – сделаны без анализатора (PPL), d, f, h - с анализатором (XPL).

Кроме того, стали менее заметны округлые литогенные обломки карбонатов, которые сменились удлиненными фрагментами (рисунок 53 е, f), что, вероятно, указывает на добавление в материал речного ила.

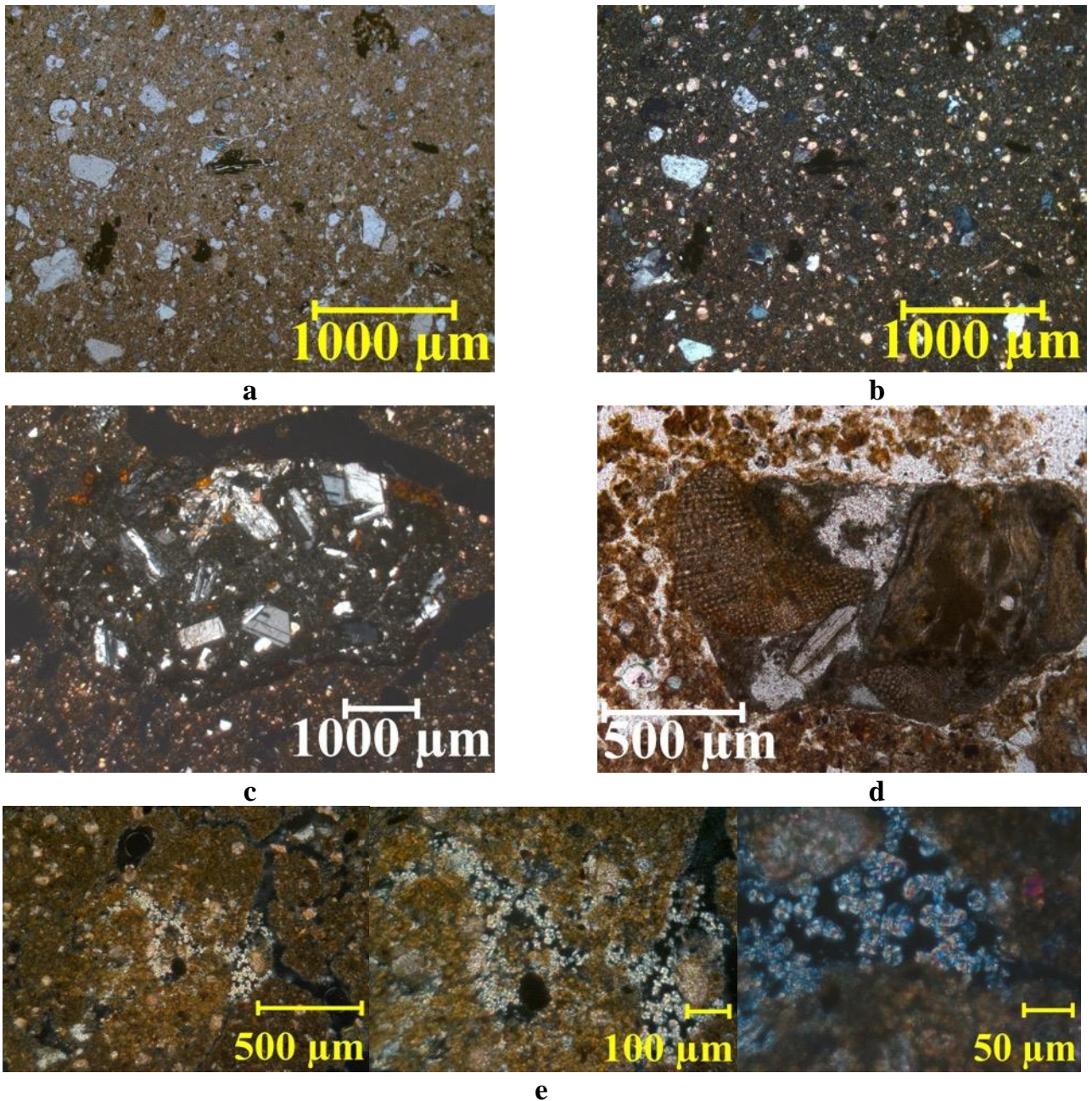


Рисунок 54. Микростроение антропогенного материала, использовавшегося при строительстве кургана Эссентукский I: а, б – частицы древесного угля (стрелки) в четвертой земляной конструкции; с - осколок бештаунита в четвертой земляной конструкции, d - микрообломок кости; е - фекальные сферолиты в навозе крупного рогатого скота в четвертой земляной конструкции. Снимки а, d – сделаны без анализатора (PPL), b, с, е - с анализатором (XPL).



На микроуровне фиксируются волнистые трещины и замкнутые изометрические поры (рисунок 53 с, d), которые могли возникнуть в результате замешивания материала и укладывания его во влажном состоянии, когда он был более пластичным. Также отмечаются четкие следы замеса цемента, на который закреплялись камни каменных конструкций кургана (рисунок 53 g, h).

Следует также отметить, что повсеместно в материалах земляных конструкций были обнаружены разнообразные артефакты, например, кости (рисунок 54 d), частицы древесного угля (рисунок 54 a, b), осколки бештаунита (рисунок 54 с), раковины речных моллюсков (рисунок 51 h) и, вероятно, фекальных сферолитов (рисунок 54 e), как, например, найденных в овечьем навозе (Durand et al., 2018, с. 232, рисунок 16).

### *5.1.3. Физико-химические свойства*

По гранулометрическому составу, в частности, содержанию физической глины, материал как земляных конструкций, так и цементов, показывает стабильность и относится к легкой глине, содержание фракции ила (<0.001 мм) варьирует от 25.2 до 37.0% (рисунок 55). Лишь оглеенный материал у основания кургана по содержанию физической глины можно отнести к тяжелому суглинку (Качинский, 1965), в нем отмечается одинаковым содержанием ила, 29.2-29.5%. Гранулометрический состав валиков первой земляной конструкции – также легкая глина с содержанием ила 28.9%.

Процентное содержание  $C_{орг}$  (рисунок 56 с) минимально для материала валиков в первой земляной конструкции и составляет 0.4%. В оглеенном материале в основании кургана, а также в первой земляной конструкции содержание  $C_{орг}$  максимально и достигает 1.3-1.4%. В темном материале второй и третьей земляных конструкций содержание  $C_{орг}$  сохраняется еще довольно высоким, 1.3%, единично – 1.2%, тогда как в желто-палевом – 0.9-1.0%. В четвертой конструкции в темном материале наблюдается 0.8-0.9%  $C_{орг}$  и 0.7-0.8% – в желто-палевом. Постепенное снижение  $C_{орг}$  наблюдалось и в палеопочвах, погребенных под курганными конструкциями от первой к четвертой (рисунок 59). В цементе каменных конструкций отмечаем довольно высокое, хотя и не максимальное содержание  $C_{орг}$ , 1.1-1.2%.

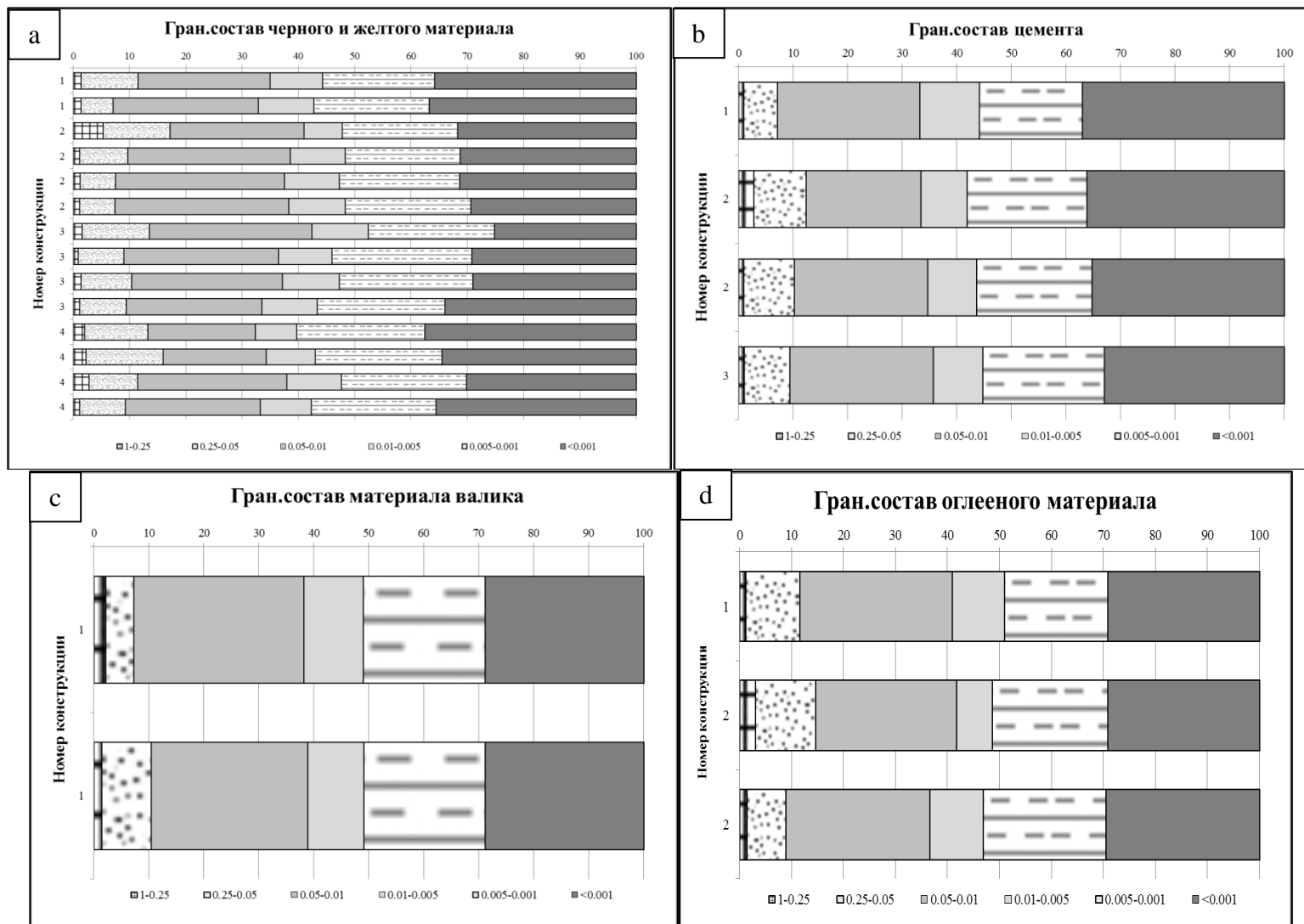


Рисунок 55. Распределение гранулометрического состава а – черного и желтого материала; б – цемента; в – материала валика; д – оглеенного материала ключевого участка Ессентукский I.

Процентное содержание  $S_{\text{карб}}$  в материале желтых валиков в первой земляной конструкции равно 2.4-2.5%. В оглеенном материале в основании кургана и в первой земляной конструкции содержание  $S_{\text{карб}}$  варьирует от 1.1 до 1.6%. В темном материале второй-четвертой конструкций содержание  $S_{\text{карб}}$ , как правило, меньше, чем в желто-палевом, 1.1-2.1 и 1.5-2.5, соответственно. Отмечается постепенно увеличение содержания  $S_{\text{карб}}$  в материале от второй к четвертой земляным конструкциям, что также коррелирует с трендом изменения содержания  $S_{\text{карб}}$  в почвах, погребенных под этими конструкциями (рисунок 57). В цементе каменных конструкций содержание  $S_{\text{карб}}$  сравнительно высокое, 2.0-2.7%, за исключением цемента камней кромлеха, чей состав и свойства могли измениться в результате диагенетических процессов, поскольку камни кромлеха находились у подножия кургана, и вся дополнительная влага, которая скатывалась с поверхности кургана в течение всего времени стояния кургана, доставалась именно им (рисунок 56 d). Потери при прокаливании четко коррелируют с содержанием карбонатов, достигая максимума в материале четвертой конструкции и в цементе для камней за исключением кромлеха (рисунок 56 e). Тенденция распределения потерь при прокаливании в земляных конструкциях также совпадает с таковой в погребенных почвах (рисунок 57).

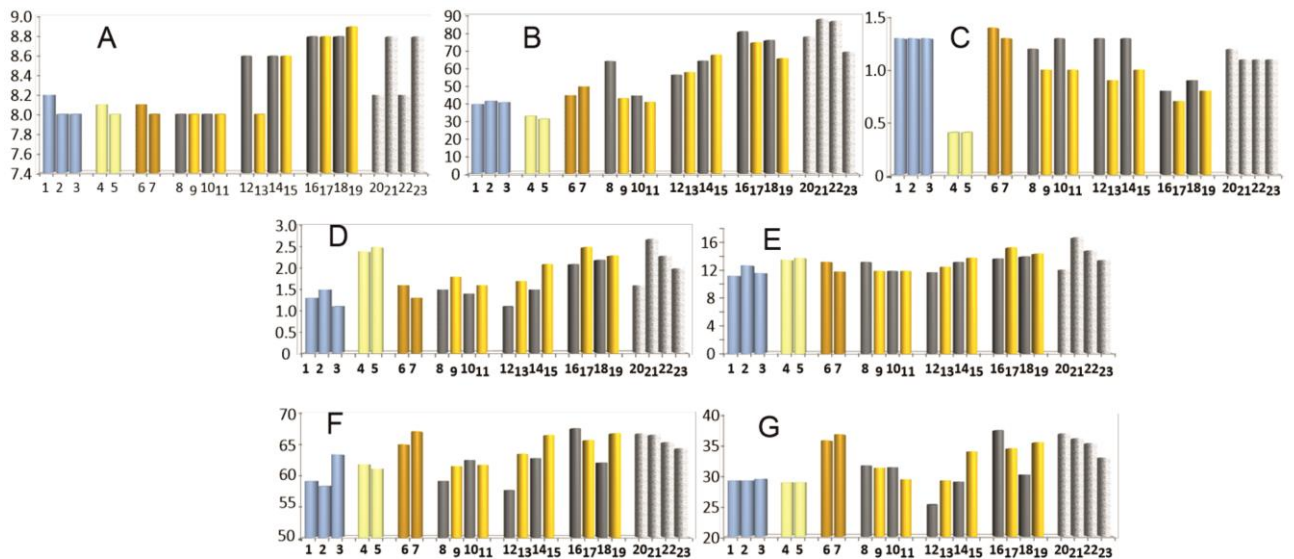


Рисунок 56. Физико-химические величины, измеренные в курганных конструкциях ключевого участка Ессентукский I: а -  $pH_{H_2O}$ ; б – магнитная восприимчивость,  $10^{-8}$  ед. СИ; с - органический углерод (%); d - углерод карбонатный (%); е - потери при прокаливании (LOI) (%); f - частицы <0,01 мм (%); и g - частицы <0,001 мм (%). Цвета и нумерация столбцов по оси x соответствуют таблице 4.

Таблица 4. Физико-химические характеристики образцов из курганных конструкций ключевого участка Эссентукский I

Номер образца	Место отбора		Физико-химические характеристики образца						
	Номер конструкции	Слой, описание	pH <sub>вод</sub>	Магнитная восприимчивость, 10 <sup>-8</sup> ед. СИ	C <sub>орг</sub> , %	C <sub>карб</sub> , %	ППП, %	Гран. состав, %	
								Физ. глина	<0.001
1	1ес	Огленный, в центре конструкции	8,2	39,6	1,3	1,3	11,3	59,1	29,2
2	2ес	Оглеенный на С стороне	8,0	41,5	1,3	1,5	12,8	58,3	29,2
3	2ес	Оглеенный на Ю стороне	8,0	40,7	1,3	1,1	11,7	63,4	29,5
4	1ес	Валик с С стороны	8,1	32,8	0,4	2,4	13,6	61,8	28,9
5	1ес	Валик с Ю стороны	8,0	31,1	0,4	2,5	13,9	61,1	28,9
6	1ес	Коричнево-серый материал с С стороны	8,1	44,7	1,4	1,6	13,3	65,0	35,8
7	1ес	Коричнево-серый материал с Ю стороны	8,0	49,8	1,3	1,3	11,9	67,1	36,8
8	2ес	Темный материал с С стороны	8,0	64,3	1,2	1,8	13,3	59,1	31,7
9	2ес	Желто-палевый материал с С стороны	8,0	43,0	1,0	1,5	12,0	61,5	31,3
10	2ес	Темный материал с Ю стороны	8,0	44,6	1,3	1,4	12,0	62,5	31,4
11	2ес	Желто-палевый материал с Ю стороны	8,0	40,8	1,0	1,6	12,0	61,7	29,4
12	3ес	Темный материал с С стороны	8,6	56,5	1,3	1,1	11,8	57,6	25,2
13	3ес	Желто-палевый материал с С стороны	8,0	58,0	0,9	1,7	12,6	63,5	29,2
14	3ес	Темный материал с Ю стороны	8,6	64,5	1,3	1,5	13,3	62,8	29,0
15	3ес	Желто-палевый материал с Ю стороны	8,6	67,9	1,0	2,1	13,9	66,5	34,0
16	4ес	Темный материал с С стороны	8,8	81,3	0,8	2,1	13,8	67,6	37,5
17	4ес	Желто-палевый светлый материал с С стороны	8,8	75,0	0,7	2,5	15,4	65,7	34,5
18	4ес	Темный материал с Ю стороны	8,8	76,3	0,9	2,2	14,1	62,1	30,2
19	4ес	Желто-палевый светлый материал с Ю стороны	8,9	65,9	0,8	2,3	14,5	66,8	35,5
20	1сс	Цемент камней кромлеха с С стороны	8,2	78,5	1,2	1,6	12,2	66,8	37,0
21	2сс	Цемент нижних камней с С стороны	8,8	88,6	1,1	2,7	16,9	66,6	36,2
22	2сс	Цемент нижних камней с Ю стороны	8,2	87,4	1,1	2,3	15,0	65,4	35,3
23	3сс	Цемент верхних камней с Ю стороны	8,8	69,8	1,1	2,0	13,6	64,4	33,0

Магнитная восприимчивость характеризуется минимальными величинами ( $31.1-32.8 \cdot 10^{-8}$  ед. СИ) в материале валиков первой конструкции (рисунок 56 b, Таблица 4, образцы 4, 5). Немного более высокие показатели отмечаются в оглеенном материале в основании кургана, 39.6-41.5. Магнитная восприимчивость постепенно растет от первой к четвертой земляным конструкциям, от 44.7 до 81.3, и этот тренд также совпадает с таковым для почв, погребенных под соответствующими конструкциями (рисунок 57). В цементе каменных конструкций магнитная восприимчивость достигает максимальных величин,  $87.4-88.6 \cdot 10^{-8}$  ед. СИ.

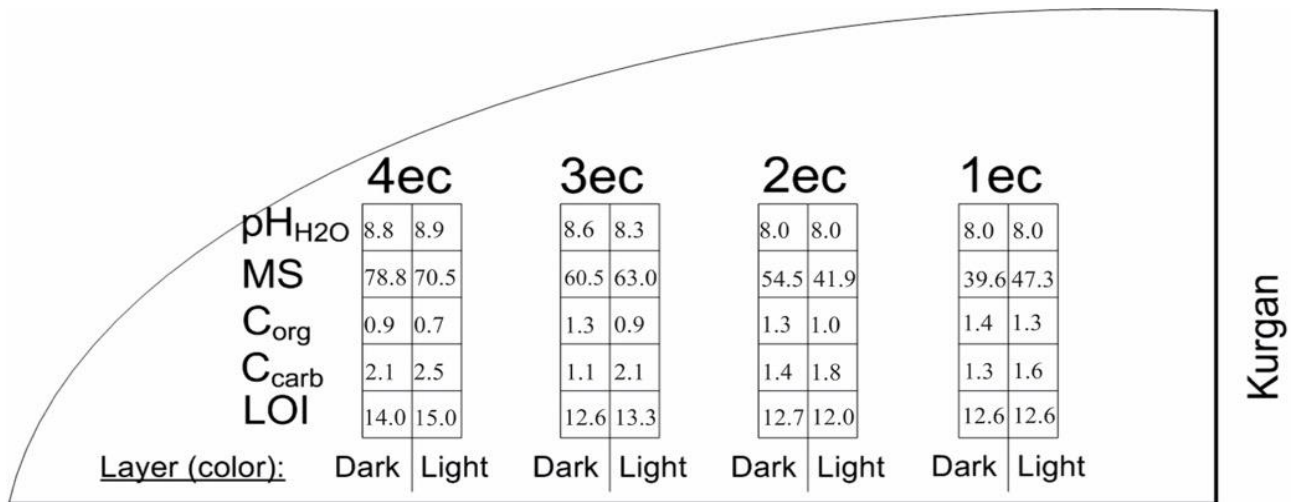


Рисунок 57. Сравнение материалов из земляных конструкций и погребенных под ними почв кургана Эссентукский I. Свойства: pH<sub>H2O</sub>; MS – магнитная восприимчивость,  $\times 10^{-8}$  ед. СИ; C<sub>org</sub> – органический углерод (%); C<sub>carb</sub> – углерод карбоната (%); LOI – потери при прокаливании (%). 1ec - 4ec – первая – четвертая земляная конструкция.

#### 5.1.4. Описание технологии и приемов строительства кургана

На основании комплексного геоархеологического анализа кургана Эссентукский I установлено, что он был построен в рамках единого плана с использованием местных почвенных материалов с некоторыми добавками: речного ила, наносов из заболоченной ложбины на пойме р. Подкумок, также камней с близ расположенных гор Бештау или Шелудивая. Согласно полевым наблюдениям, в кургане фиксируются четкие границы всех земляных и каменных конструкций, также полученные радиоуглеродные даты указывают на короткий период строительства памятника, не превышающий нескольких десятков лет. В литературе были найдены свидетельства быстрого образования больших курганов (Ortmann and Kidder, 2013) в том числе датируемых около 6000 калл. лет В.Р. (Saunders, 2012) на юго-востоке Америки.

Геоархеологический анализ не только дополнил представления о планировке и продолжительности строительства, предложенного археологами в ходе раскопок, но и выявил некоторые новые детали. А именно, земляные конструкции были построены с добавлением материала, содержащего органическое вещество и имеющего сильное окрашивание железом. Процесс подвижности оксида железа не типичен для местных черноземов и, следовательно, этот материал не мог быть взят из этих почв, но древние строители считали, что такой материал был необходим для укрепления земляной конструкции кургана. Таким материалом мог послужить речной ил или отложения из заболоченной котловины в пойме реки Подкумок. Следы наибольшего использования этого материала отмечаются в первых трех конструкциях, так как во время их строительства окисленность местных почв была невелика и не могла быть достаточным скрепляющим агентом для строительства большой конструкции. Однако к моменту создания четвертой земляной конструкции, когда содержание карбонатов в почвах увеличилось, а содержание органического вещества уменьшилось, использование илистого вещества сократилось. Небольшая разница в содержании органического углерода в первых конструкциях и четвертой объясняется использованием древними строителями навоза домашнего скота, который содержит органические примеси.

Микроморфологический анализ шлифов позволил определить основные приемы и технологии, применявшихся древними людьми в создании такого большого памятника, как курган Есентукский I.

Повсеместно отмечаются следы замешивания материала. При строительстве каменных и оглеенных конструкций в основании кургана для их укрепления использовался так называемый цемент, основным приемом для подготовки которого послужило замешивание. Напротив, для строительства земляных конструкций замес почвенной массы с примесями имел меньшее значение, так как они в основном были построены путем трамбовки во влажном состоянии, на что указывают резкие границы между слоями разного цвета и плотности.

Доказательства использования воды при приготовлении строительного материала для возведения всех четырех конструкций – это многочисленные изометричные замкнутые поры, уплотненная окисленная масса, а также тонкие и фрагментарные

пленки в порах из оксидов железа и органического вещества (Cammass, 2018; Fedoroff et al., 2010).

В начале строительства кургана древние люди не были уверены, будет ли их конструкция достаточно прочной, и поэтому к материалам первой и второй земляных конструкций добавили дробленый камень - бештаунит. Однако доля такого щебня значительно уменьшилась в третьей и четвертой земляных конструкциях.

Каждое из исследованных земляных сооружений построено из чередующихся темных и светлых слоев — первые были более рыхлыми и содержали больше органического углерода, а последние были более плотными и содержали больше карбоната кальция. По археологическим данным, многие майкопские курганы на Северном Кавказе были построены по технологии «пестроцвета» (Кореневский, 2004).

Sherwood и Kidder (2011) отмечали светлые и темные слои в многочисленных курганах на востоке Северной Америки. Они используют термин «zoned fill» «зональное заполнение» для однородных, горизонтально расположенных слоев, чередующихся проницаемых с менее проницаемыми. Они установили, что с инженерной точки зрения это улучшает влажность, уравнивает и создает горизонтальные зоны, которые увеличивают прочность склона и уменьшают чистое напряжение в строении земляных конструкций курганов (Sherwood and Kidder, 2011).

Как физико-химический, так и морфологический анализ материала курганных конструкций и погребенных почв показал, что курган Ессентукский I был сооружен из материалов, взятых из определенного почвенного горизонта, т. е. темный материал второй, третьей и четвертой конструкций, вероятно, был взят в основном из горизонтов Ahkb и AhBkb, а светлоокрашенный – из горизонтов B1kb палеопочв. Материал валиков, окружающих первую земляную конструкцию, был взят из горизонтов B2kb–B3kb. Сравнение физико-химических характеристик материала земляных конструкций и погребенных почвы показало, что изменения свойств их взаимосвязаны. А именно, увеличение величин рН,  $C_{\text{карб}}$  и ППП (LOI), и снижение содержания  $C_{\text{орг}}$  в палеопочве, погребенной под четвертой конструкцией отразились в аналогичных изменениях в материале этой конструкции (рисунок 57). Это стало дополнительным свидетельством того, что курган был построен из материалов, полученных в основном из местных почв. Таким образом, наблюдаемые различия в физико-химических характеристиках земляных конструкциях кургана также отражают тенденцию коротковременной

аридизации климата, которая была реконструирована на основе анализа изменений свойств, погребенных под разновременными конструкциями в кургане палеопочв и подтверждена палинологическими данными.

Что же касается постседиментационных изменений строительных материалов и погребенных палеопочв и возможности сравнения их физико-химических характеристик, то, с точки зрения соискателя, они одинаково менялись под влиянием процессов диагенеза в течение долгой истории существования этого кургана, находящегося на современной поверхности.

Комплексный анализ земляных конструкций майкопского времени (5700-5500 л.н.) и погребенных под ними почв позволил сделать ряд выводов:

- по гранулометрическому составу все конструкции сходны и характеризуются как легкая глина, что совпадает с характеристикой гранулометрического состава изученных почв.
- от первой к четвертой конструкции постепенно убывает содержание  $C_{орг}$ , нарастает содержание  $C_{карб}$ , увеличиваются значения рН, ППП. Аналогичные изменения зафиксированы в подкурганном хроноряду.

## ***5.2. Ключевой участок «Болдырево IV»***

### *5.2.1. Морфологическое описание курганных конструкций*

Первая и вторая конструкции выделялась в бровках Болдыревского кургана серо-коричневым цветом, а верх был укреплен тонкой (не более 10 см) неравномерной по толщине желто-палевой обмазкой (рисунок 58). По цвету коричневый материал в первой и второй курганных конструкциях и гумусовый горизонт погребенной почвы были идентичны. Хотя при детальном мезоморфологическом рассмотрении в материале первой конструкции также читались мелкие пятна – более темные и более светлые, чем фон.

Основой для строительства третьей конструкции послужил материал из глубоких горизонтов почвы (AhVk и Vk). Также прослеживается использование материала из гумусового горизонта непосредственно над первой и второй конструкциями (рисунок 658a, b верх). Конструкция имела желтовато-палевый цвет, в ее материале довольно равномерно встречались пятна прогумусированные – серые или коричневые, а также окарбоначенные – желтовато-белые, белесые (рисунок 58 d).



Четвертая конструкция по цвету была идентичной с третьей конструкцией, но при этом в ней желтовато-белые и белесые пятна карбонатов были заметно более крупными и встречались чаще, хотя серые и коричневые пятна тоже присутствовали (рисунок 58 е).

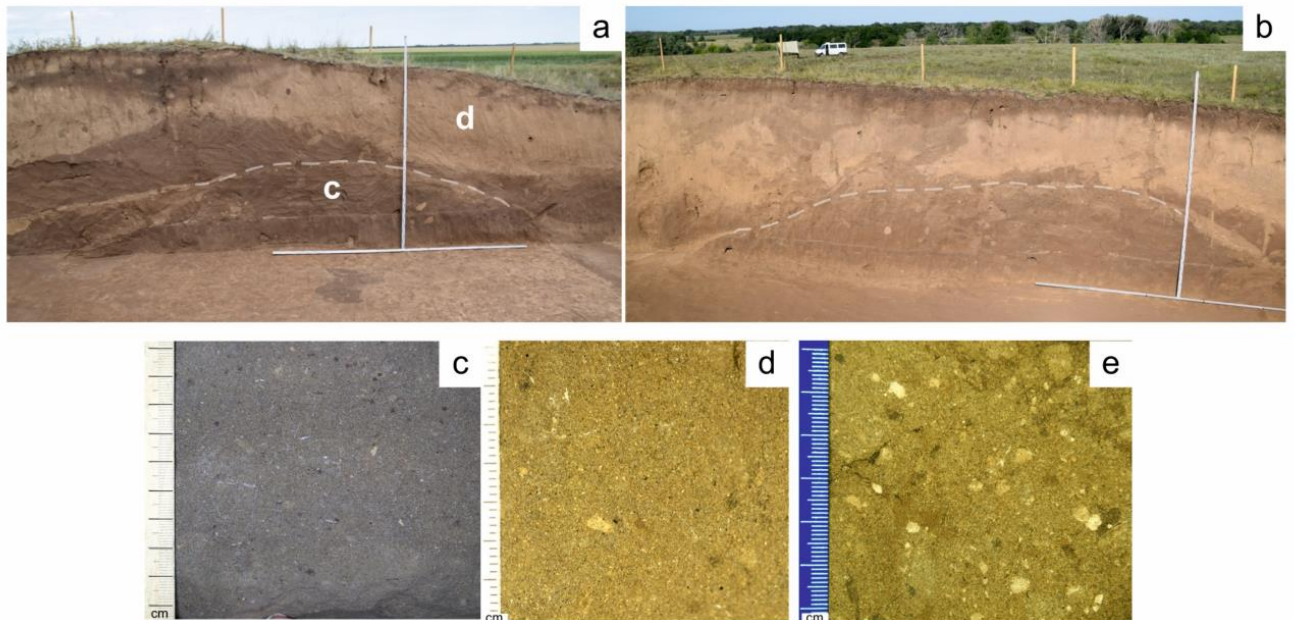


Рисунок 58. Вид курганных конструкций ключевого участка Болдырево IV: первой в центральной бровке западный фас (а) и второй в западной бровке восточный фас (б) и макросъемка материала конструкций: темного из первой курганной конструкции (с); желто-палевого из третьей курганной конструкции (d); желто-палевого со сравнительно крупными белесыми пятнами (е) из четвертой курганной конструкции.

### 5.2.2. Микроморфологический анализ

Микроморфологический анализ материала земляных конструкций позволяет выявить сходство и различия (рисунок 59). Для ТДМ всех конструкций характерен кристаллитово-изотропный тип оптической ориентации с преимущественным свечением силикатного материала при скрещенных николях (XPL). Повсеместно в большей или меньшей степени отмечается вокругскелетная ориентировка железисто-глинистого материала. При строительстве всех конструкций использовался речной ил, что подтверждается наличием речных раковин (рисунок 59А), а также встречается антропогенный материал – угли, кости.

Первая и вторая конструкции схожи по цвету, как между собой, так и с гумусовым горизонтом погребенной почвы. Но в отличии от почв здесь в большей

степени отмечена вокругскелетная ориентировка железисто-глинистой ТДМ, то есть материал трамбовали в сыром виде, либо выдерживали в воде (Саммас, 2018).

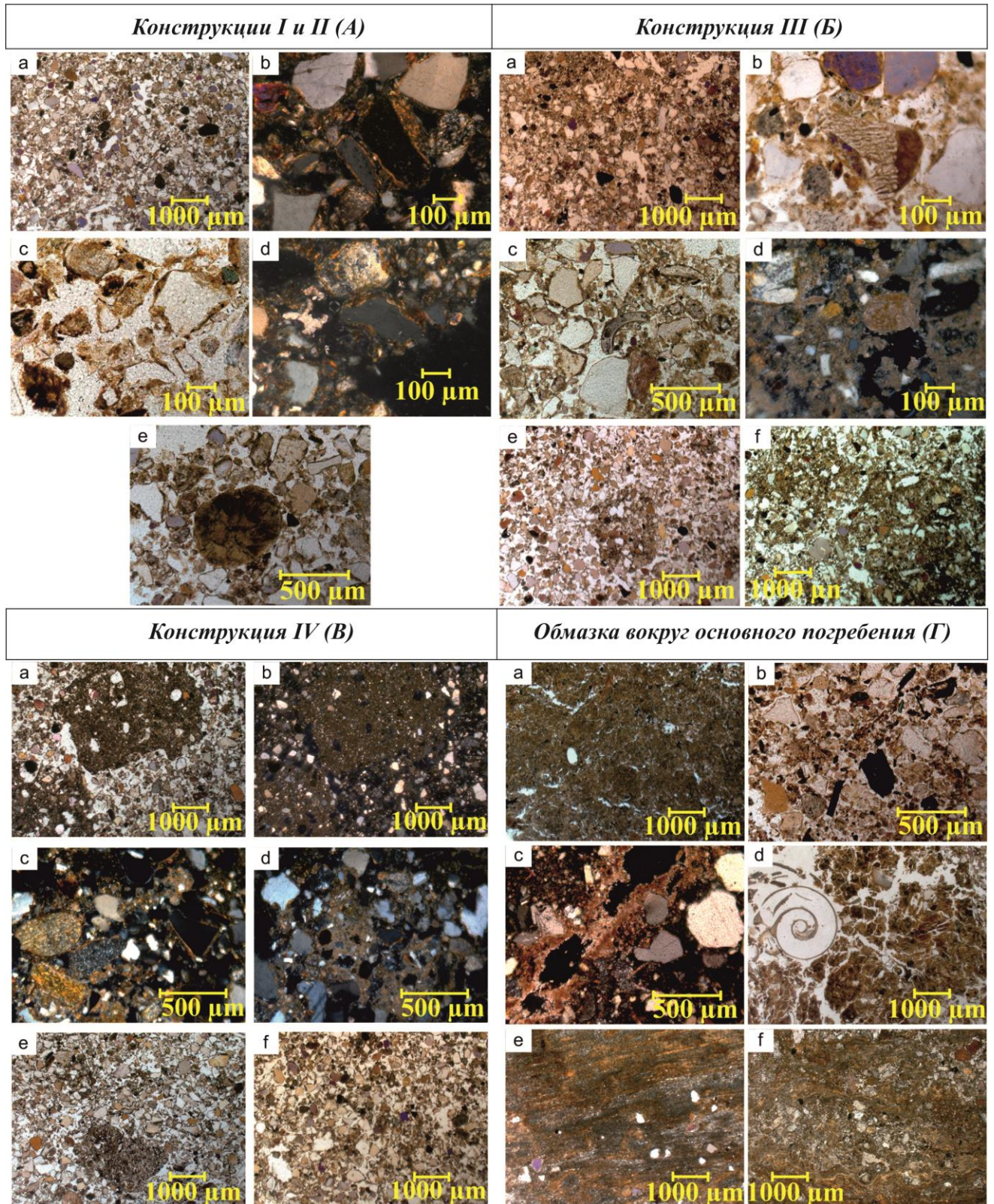


Рисунок 59. Микроморфологическое строение материалов из кургана 1 КМ Болдырево IV: А – КК I и II (а-е); Б – КК III (а-ф); В – КК IV (а-ф); Г – обмазка вокруг основного погребения (а-ф).

Третья конструкция имела желтовато-палевый цвет и была создана в основном из материала более глубоких горизонтов почвы AhVk и Vk (преобладающая часть). В третьей конструкции ТДМ окарбоначен и встречаются скрытокристаллические нодули (рисунок 59Б d). Следы очень слабого и грубого перемешивания материала отмечаются в микроразонах с обогащением органо-железисто-глинистым материалом (рисунок 59Б а, е). Во всех трех первых конструкциях слабо заметны следы замеса, что может быть связано с относительно крупным размером минеральных зерен (супесчаный гранулометрический состав) и слабой окарбоначенностью строительного материала.

Напротив, четвертая конструкция отличается хорошо заметными уплотненными фрагментами ТДМ, которые сильно окарбоначены (рисунок 59В). Карбонатные аккумуляции представлены в основном в виде пропитки (*impregnation*), реже встречаются пленки (*coatings*) и нодули (*nodules*). Также здесь четко отмечены следы перемешивания материала, а цементирующим агентом выступает карбонатное вещество. При этом хорошо заметны пятна ожелезнения в ТДМ и вокругскелетная ориентировка глинисто-железистого материала (рисунок 59В с, d).

Очень ярко отличается морфология обмазки вокруг центрального пятого погребения. Обмазка состоит из ожелезненного ТДМ, имеющего явные признаки перемешивания (рисунок 59Г а), иногда чередующегося с карбонатным ТДМ, видны различные включения – растительные остатки, углистая пыль, раковины (рисунок 59Г d). Четко видна слоистость обмазки – чередование слоев осветленных растительных тканей с сохранившимся клеточным строением со слоями из тонко- и грубодисперсного, иногда карбонатного минерального материала (рисунок 59Г е, f).

### 5.2.3. Физико-химические свойства

Физико-химические свойства материалов конструкций указывают на то, что первая–четвертая конструкции и обмазка подрезанной площадки имеют существенные различия (рисунок 60). Гранулометрический состав четырех конструкций характеризуется как супесчаный, а обмазки вокруг основного погребения как среднесуглинистый, близкий к тяжелосуглинистому (таблица 5).

Серо-коричневый материал из первой и второй конструкций, взятый предположительно из гумусового горизонта погребенной почвы, имеет более высокие величины  $C_{орг}$  (0.35%) и МВ ( $45 \times 10^{-8}$  ед. СИ) и меньшие –  $C_{карб}$  (0.12%), ППП (2.1%),  $pH_{H_2O}$  (7.3) по сравнению с материалами третьей и четвертой конструкций.

Таблица 5. Физико-химические свойства материалов из курганных конструкций ключевого участка Болдырево IV

Образец материала	Гранулометрический состав		C <sub>орг</sub> , %	C <sub>карб</sub> , %	ППП, %	pH <sub>H2O</sub>	МВ, ×10 <sup>-8</sup> СИ
	>0.01 мм	<0.001 мм					
<i>Серо-коричневый, I КК</i>	81.5 ± 1.5	6.6 ± 0.3	0.34	0.12	2.1 ± 0.1	7.3 ± 0.07	45
<i>Серо-коричневый, II КК</i>	81.7 ± 1.3	6.4 ± 0.4	0.36	0.16	2.3 ± 0.2	7.6 ± 0.02	40
<i>Желто-палевый, III КК</i>	83.0 ± 2.6	5.4 ± 1.0	0.25	0.61	3.9 ± 0.1	7.7 ± 0.01	22
<i>Желто-палевый с белесыми пятнами, IV КК</i>	82.6 ± 1.7	6.6 ± 0.1	0.23	0.96	4.3 ± 0.1	7.9 ± 0.01	31
<i>Обмазка площадки вокруг основного погребения</i>	56 ± 2.7	18.8 ± 0.7	2.83	3.61	22.8 ± 1.7	8.3 ± 0.03	13

В четвертой конструкции содержание C<sub>карб</sub>, ППП, pH<sub>H2O</sub> наибольшие среди остальных конструкций – 0.96%, 7.9%, 7.9, соответственно, что коррелирует с морфологическими наблюдениями и физико-химическими свойствами погребенных почв.

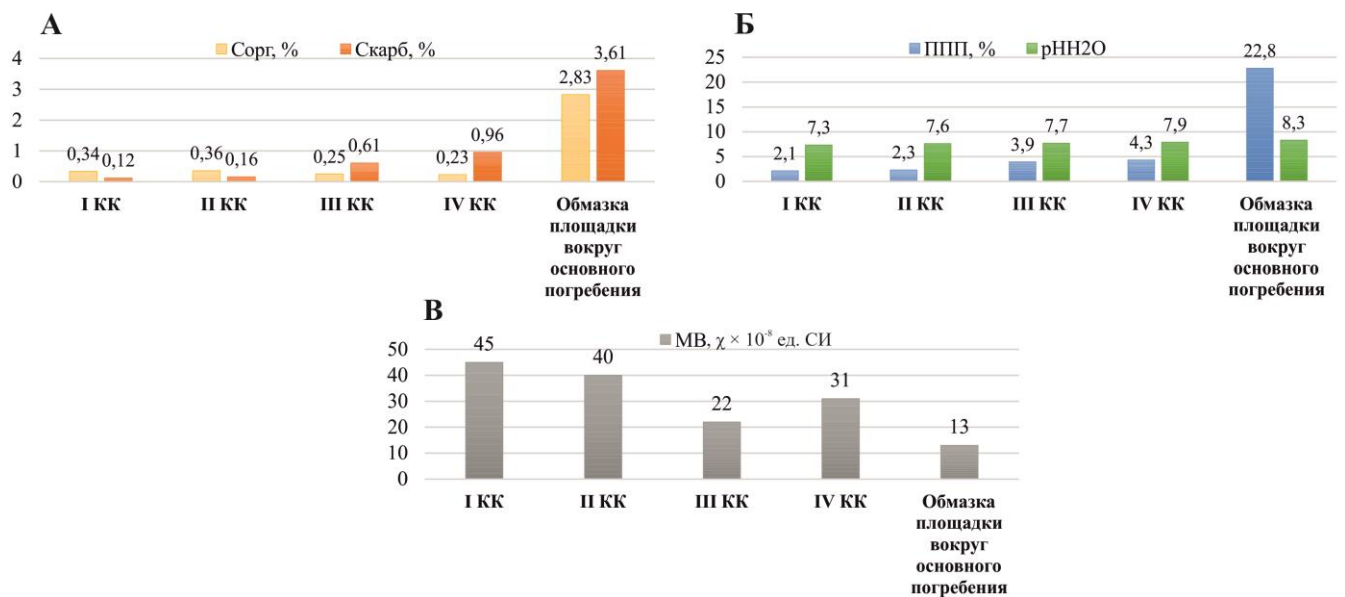


Рисунок 60. Физико-химические свойства материала курганных конструкций ключевого участка Болдырево IV: А – органический углерод (C<sub>орг</sub>, %), углерод карбонатный (C<sub>карб</sub>, %); Б – потери при прокаливании (LOI) (%), pH<sub>H2O</sub>; В – MS, магнитная восприимчивость, 10<sup>-8</sup> ед. СИ.

Обмазка выделяется на порядок повышенными значениями  $C_{\text{орг}} - 2.83\%$ ,  $C_{\text{карб}} - 3.61\%$ , ППП – 22.8%, более высокими величинами  $pH_{\text{H}_2\text{O}} - 8.3$ , и самой низкой величиной МВ -  $13 \times 10^{-8}$  ед. СИ. Поскольку из обмазки перед анализом все речные раковины были удалены вручную, столь высокое содержание  $C_{\text{карб}}$  склоняет к мысли, что в смесь для обмазки мог быть добавлен измельченный карбонатный материал (например, толченые известняки или раковины).

#### *5.2.4. Описание технологии и приемов строительства кургана*

Комплексный анализ кургана Болдырево IV показал, что курган строился из почвенных материалов, так как палеопочвы и курганные конструкции имеют сходный гранулометрический состав, цвет курганных конструкций совпадает с цветом соответствующих генетических почвенных горизонтов. В физико-химических свойствах материалов курганных конструкций находим аналогии со свойствами определенных почвенных горизонтов: обнаруживается такое же по направленности изменение свойств материалов от первой к четвертой конструкциям, как в погребенных под каждой из них почв.

При строительстве всех конструкций использовался речной ил, что подтверждается наличием речных раковин, а также встречается антропогенный материал – угли, кости. Во всех трех первых конструкциях слабо заметны следы замеса, что может быть связано с относительно крупным размером минеральных зерен (супесчаный гранулометрический состав) и слабой окарбоначенностью строительного материала.

Первая и вторая конструкции схожи и были построены в основном из материала горизонтов Ah с небольшой примесью AhB, в них фиксируется наибольшее содержание  $C_{\text{орг}}$  и самые большие величины МВ, наименьшее содержание  $C_{\text{карб}}$ , наименьшие величины ППП и  $pH_{\text{H}_2\text{O}}$ . В отличие от почв в материалах земляных конструкций в большей степени отмечена вокругскелетная ориентировка железисто-глинистой ТДМ, которая свидетельствует о том, что материал трамбовали в сыром виде, либо выдерживали в воде.

Третья и четвертая конструкции были построены в основном из материала более глубоких горизонтов почвы AhBk и Bk, и показывают меньшее содержание  $C_{\text{орг}}$  и величины  $\chi$ , но большее содержание  $C_{\text{карб}}$ , величины ППП и  $pH_{\text{H}_2\text{O}}$ . В третьей конструкции в микроразонах с обогащением органо-железисто-глинистым материалом

отмечены следы очень слабого и грубого перемешивания материала. Напротив, четвертая конструкция отличается хорошо заметными уплотненными фрагментами ТДМ, которые сильно окарбонаны.

При этом материал четвертой конструкции, которая строилась в период нарастающей аридизации климата (по палеопочвенным данным), демонстрирует наименьшее содержание  $C_{орг}$  и наибольшее  $C_{карб}$  с соответствующим изменением всех других изученных свойств, что коррелирует с изменчивостью свойств почв в подкурганном хроноряду.

Материал обмазки был приготовлен из речного ила с добавлением извести и антропогенных включений, тщательно перемешан и в сыром виде использован для покрытия подрезанной поверхности ритуальной площадки с целью укрепления конструкции и сохранения ее на долгое время. При этом физико-химические свойства обмазки площадки вокруг центрального основного погребения кардинально отличаются от свойств всех других материалов курганных конструкций.

Комплексный анализ землянных конструкций ямного времени (5500-5400 л.н.) и погребенных под ними почв позволил сделать ряд выводов:

- по гранулометрическому составу все конструкции сходны и характеризуются как супесчаный, что совпадает с характеристикой гранулометрического состава изученных почв. Исключением является обмазка вокруг основного погребения, которая классифицируется как среднесуглинистая, близкая к тяжелосуглинистому.
- от первой к четвертой конструкции постепенно убывает содержание  $C_{орг}$ , нарастает содержание  $C_{карб}$ , увеличиваются значения рН, ППП и удельной магнитной восприимчивости (МВ), что коррелирует с изменчивостью свойств почв в подкурганном хроноряду.

### **5.3. Ключевой участок «Бейсужек IX»**

#### *5.3.1. Морфологическое описание курганных конструкций*

В кургане 1 КМ Бейсужек IX было выделено три конструкции. Самым первым в новотиторовское время был сооружен маленький курган высотой 1.1 м, диаметром 10-12 м. Каждая последующая конструкция была высотой примерно 1.5 м в самой высокой части, полностью перекрывала предыдущую, выходя за ее пределы и накрывая ранее не

захваченный участок почвенного покрова. Первая и вторая конструкции вместе имели диаметр около 50 м. И общая высота кургана, т.е. все три конструкции в самой высокой части на момент его изучения, была чуть более 4 метров, диаметр 95-100 м.

При детальном изучении в основании первой конструкции в центральной бровке кургана выявлены сизые пятна размером 10x20 или 20x20 см, которые были особенно отчетливо видны при особом косом освещении. В поле было высказано предположение, что это могли быть кирпичи-блоки, специально изготовленные и положенные в основание кургана, поскольку больше нигде в бровках кургана такие пятна не были обнаружены. Они в дальнейшем изучены отдельно. Также при полевом анализе прослежено усиление окисления материала на периферии кургана, т.е., по существу, материала третьей конструкции.

### *5.3.2. Микроморфологический анализ*

В сизых пятнах из первой конструкции в слабокарбонатном желто-палевом ТДМ отчетливо видны органо-железистые пятна (рисунок 61 а), а также следы перемешивания: расположение органо-железистых пятен или затемненной (прокрашенной оксидами железа) ТДМ по окружности (рисунок 61 а, б). Видны пятна обезжелезнения и осветления почвенной массы вокруг пор – следствие переувлажнения материала (рисунок 61 б). В ТДМ достаточно много разветвленных, изометричных пор, как рассекающих материал на сравнительно крупные отдельные, так и локальных, замкнутых. В виде примесей присутствуют мельчайшие угольки, предположительно, травянистой растительности (рисунок 61 с). Такие угольки постоянно встречаются во всех конструкциях кургана.

В желто-палевом слабоокисленном материале первой конструкции также зафиксировано множество гумусо-железистых пятен в ТДМ, отчетливы следы перемешивания (рисунок 61 d, e), подчеркнутого концентрическим распределением чешуйчатого типа ориентации глинисто-железистой ТДМ, видимого при XPL (рисунок 61 e). Изометричные разветвленные и протяженные, а также округлые и изометричные замкнутые поры присутствуют в материале без следов замешивания (рисунок 61 d). При большем увеличении четко видны пятна осветления ТДМ (рисунок 61 f), приуроченные к порам. Также локально и единично в поре обнаружено скопление гипса (рисунок 61 g).

В материале второй конструкции также видны округлые мелкие и мельчайшие комочки, которые могли получиться при замешивании (рисунок 62 а, б). Следы замеса

материала также прослеживаются в радиальном распределении органо-железисто-глинистого вещества в микрizonaх его скопления (рисунок 62 с).

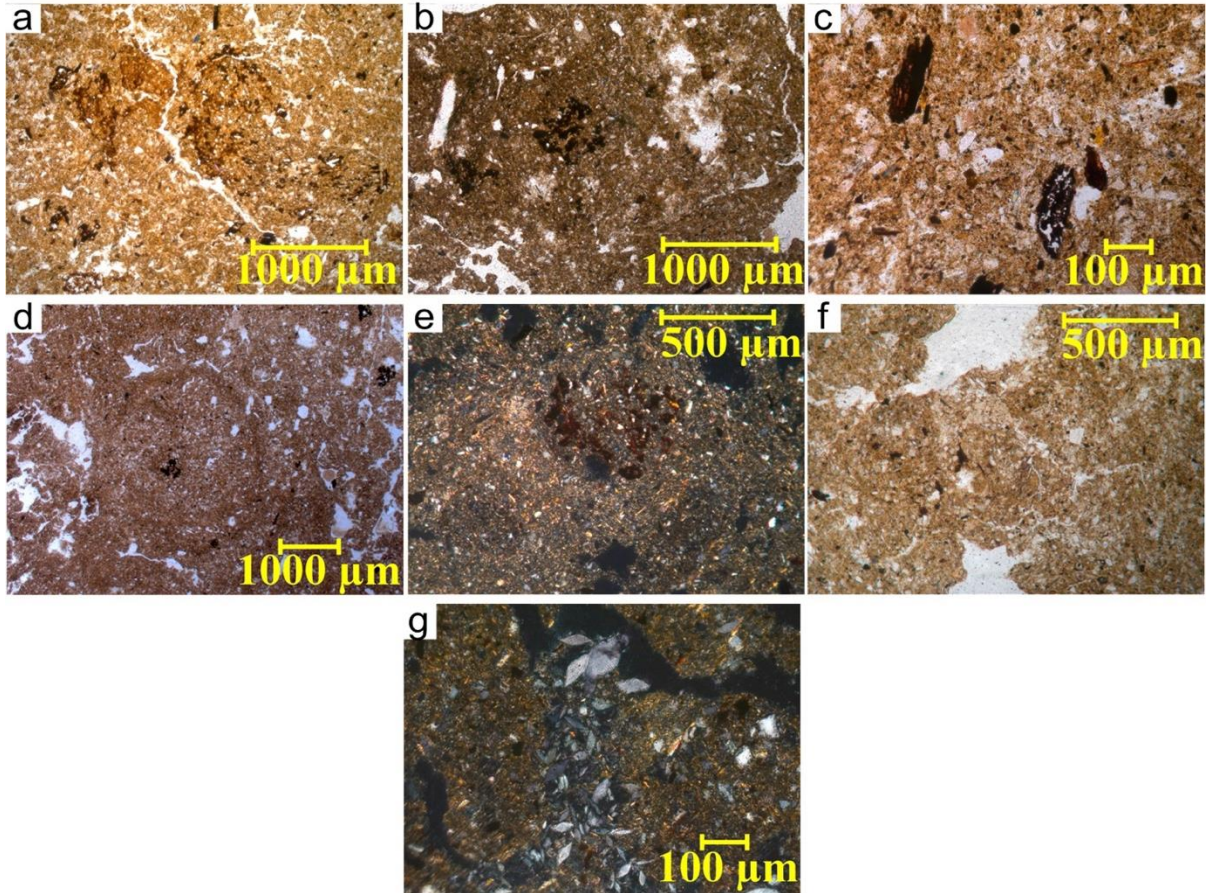


Рисунок 61. Микростроение сизых пятен (а-с) и основного палево-желтого материала (d-g) первой конструкции в кургане 1 КМ Бейсужек IX. Фото a-d, f сделаны без анализатора (PPL); e, g – с анализатором (XPL).

Глинисто-железистая ТДМ имеет разную окраску, регулярно встречаются осветленные микрizonaы, обедненные оксидами железа (рисунок 62 а), но имеются и микрizonaы, обогащенные органо-железисто-глинистым веществом (рисунок 62 с), и органо-железистые пятна (рисунок 62 а-с, разбросаны в микромассе). ТДМ еще слабо окарбоната, но в порах появляются единичные спаритовые скопления карбонатов (рисунок 62 с, желтая стрелка). Интересна поровая сеть – изометричные и изредка округлые замкнутые поры (рисунок 62 b, c), а также поры-трещины вокруг замешанных округлых агрегатов (рисунок 62 а). Единично встречены гипсовые кристаллы в поре (рисунок 62 g).



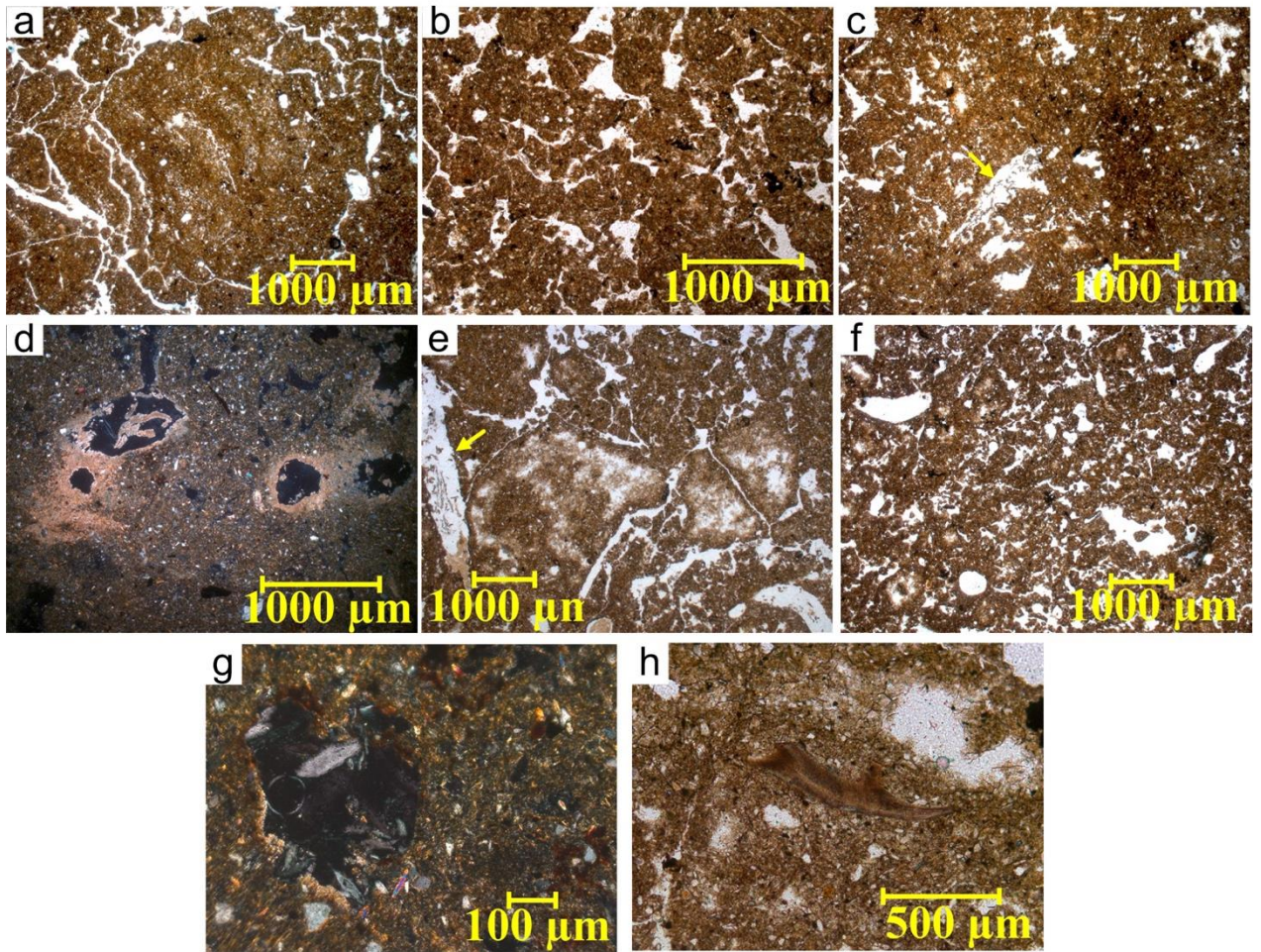


Рисунок 62. Микростроение второй (a-c, g) и третьей (d-f, h) конструкций в кургане 1 КМ Бейсузжек IX. Фото a-c, e, f, h сделаны без анализатора (PPL); d, g - с анализатором (XPL).

В материале третьей конструкции заметно увеличивается пропитка ТДМ карбонатами, многочисленные карбонатные стяжения появляются в виде карбонатных кутан в порах (рисунок 62 d), а также в отдельных порах продолжают встречаться спаритовые скопления карбонатов (рисунок 62 e, желтая стрелка). Следы замешивания материала здесь встречаются реже, округлые агрегаты с зонами осветления материала внутри разбиты трещинами и отчасти нарушены деятельностью мезофауны (рисунок 62 e), обширные микрзоны заняты протяженными и замкнутыми изометричными порами (рисунок 62 f). Органо-железистые пятна также встречаются в ТДМ (рисунок 62 d-f), но в заметно меньшем количестве. Наиболее выразительный обломок речной раковины (рисунок 62 h) встречен в материале третьей конструкции, но такие обломки отмечены в материале всех других конструкций тоже.

### 5.3.3. Физико-химические свойства

От первой к третьей конструкции постепенно убывает содержание  $C_{\text{орг}}$  от 0.92 до 0.73%, нарастает содержание  $C_{\text{карб}}$  от 0.17 до 0.46%, увеличиваются значения  $pH_{\text{H}_2\text{O}}$  от 7.3 до 7.6, ППП (LOI) и удельной магнитной восприимчивости (MS) от 63.7 до  $65.7 \times 10^{-8}$  ед. СИ (рисунок 63). Такая направленность смены свойств курганных конструкций совпадает с установленной изменчивостью свойств почв, погребенных под ними.

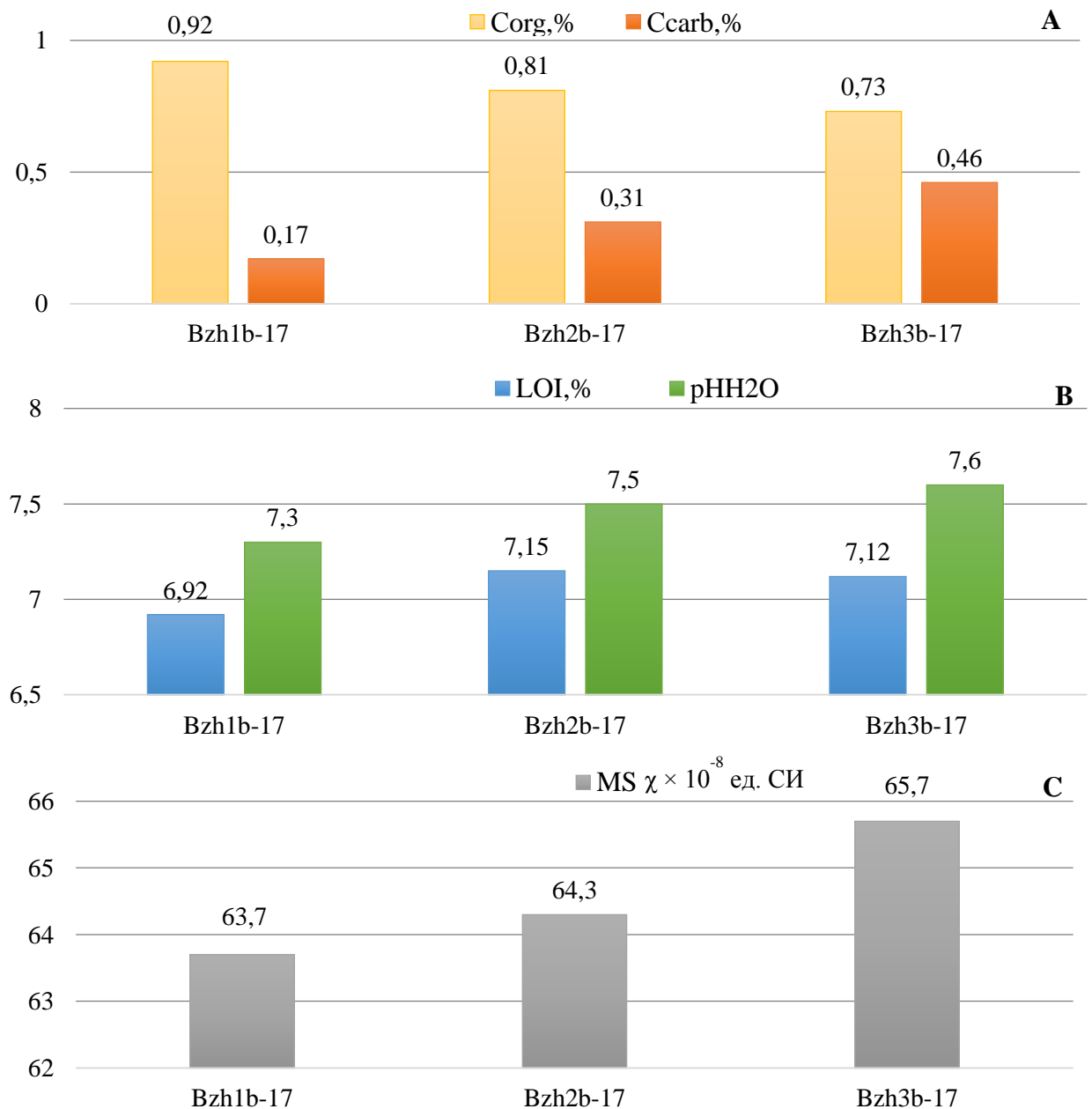


Рисунок 63. Физико-химические свойства материала курганных конструкций ключевого участка Бейсужек IX: А – органический углерод ( $C_{\text{орг}}$ , %), углерод карбонатный ( $C_{\text{карб}}$ , %); В – потери при прокаливании (LOI) (%),  $pH_{\text{H}_2\text{O}}$ ; С – MS, магнитная восприимчивость,  $10^{-8}$  ед. СИ.

#### *5.3.4. Описание технологии и приемов строительства кургана*

Земляные конструкции кургана Бейсужек IX строились методом ленточного глинобита. К материалу из срединных (не гумусовых) почвенных горизонтов и почвообразующей породы (наличие отдельных скоплений гипса) добавлялся речной ил и грубо замешивался с водой. Далее, материал укладывался в курган в виде протяженных полос-лент, затем утрамбовывался в сыром, иногда в сухом и/или подсушенном виде.

Разноокрашенные микрозоны ТДМ во всех трех конструкциях, обогащенные и обедненные красящими оксидами железа свидетельствуют об использовании воды. Наибольшее количество воды использовалось в начале строительства кургана, поскольку отдельные участки в материале первой конструкции приобрели сизые тона окраски. Это не были специально замешанные и положенные в основание кургана блоки-кирпичи, как предполагалось в поле, поскольку они ничем не выделялись, кроме цвета, были расположены нерегулярно в бровке. Это были наиболее интенсивно промоченные части в материале первой конструкции.

Повсеместно отмечается использование речного ила, который, по мнению древних строителей, служил скрепляющим материалом. В материале курганных конструкций встречаются речные раковины, а также отмечается обилие органо-железистых пятен в ТДМ. Количество этих пятен заметно снижается в третьей конструкции, поскольку основным скрепляющим материалом здесь начинают служить карбонаты;

Разные виды пор указывают, в каком виде происходила трамбовка материала. Изометричные замкнутые поры (Sammas, 2018) являются индикаторами трамбования материала в сухом виде, а протяженные изометричные поры-трещины, возникающие в материале после его просушки, указывают на трамбовку во влажном состоянии.

В порах из материала I и II конструкций отмечается наличие отдельных скоплений гипса, что доказывает факт использование древними людьми материала из глубоких горизонтов почвообразующих пород. Напомним, что в погребенных под курганом почвах и современной фоновой почве изучаемого участка гипс в значительном количестве, достаточном для его морфологического проявления, не выявлен.

В материале всех конструкций фиксируется примесь антропогенного материала - наличие мелких и мельчайших угольков травянистой растительности и изредка – древесной.

По результатам определения физико-химических свойств был сделан вывод о том, что сизые пятна ничем не отличались от палево-желтого преобладающего материала первой конструкции, имели практически совпадающий диапазон цифр по разным фракциям гранулометрического состава и содержанию  $C_{\text{карб}}$  (другие анализы в сизых пятнах не проводились).

По всему набору свойств, определенных химическими и инструментальными методами в материале трех конструкций, можно сделать выводы:

- по гранулометрическому составу все конструкции сходны и представляют из себя глину легкую крупнопылевато-иловатую, что совпадает с характеристикой гранулометрического состава изученных почв.
- от первой к третьей конструкции постепенно убывает содержание  $C_{\text{орг}}$ , нарастает содержание  $C_{\text{карб}}$ , увеличиваются значения рН, ППП и удельной магнитной восприимчивости (УМВ). Такая направленность смены свойств материала курганных конструкций совпадает с установленной изменчивостью свойств почв, погребенных под разными конструкциями в кургане.

#### ***5.4. Ключевой участок «Шумный»***

##### *5.4.1. Морфологическое описание курганных конструкций*

КК I-IV сооружались одна за другой достаточно быстро, поэтому в процессе полевых работ на них не отмечено горизонтов даже инициальных почв.

КК I сооружена из сильно гумусированного, практически черного материала. Ее поверхность четко диагностирована по иссиня-черным пятнам и вкраплениям углистых частиц. В поле предполагали, что КК I могла быть сооружена из вырезанных с близлежащей территории дерновых блоков с высоким содержанием органического вещества. Над разрезом Ш-1п КК I и погребенная под нею почва разделяются прерывистым и тонким (не более 1 см толщиной) выкидом из палево-желтого материала, по которому в поле четко идентифицирована поверхность погребенной почвы.

КК II слабо отличается от КК I, сложена также однородно черным сильно гумусированным материалом. Здесь встречаются мелкие кусочки прокала красно-бурого цвета, которые, в частности, были замечены нами в месте заложения разреза Ш-4п.

КК III выделена по специфичному залеганию – ее склоны характеризуются бóльшей крутизной по сравнению с КК I и II. Для создания более крутого склона КК III, очевидно, использовали особые приемы приготовления материала. Цвет основной массы материала КК I, II и III по шкале Манселла определен как 10YR 3/2.

КК IV характеризуется более светлым цветом, 10YR 4/2, что вероятно связано с более высоким содержанием карбонатов. Так, материал КК IV интенсивнее вскипал от HCl, чем в КК I-III. Светлый цвет и активное вскипание позволяют заключить, что КК IV сложена материалом с примесью горизонта Bk.

Материал КК V немного темнее КК IV по цвету и менее интенсивно вскипал от HCl: отмечено фрагментарное очень слабое вскипание или его полное отсутствие, тогда как для остальных КК фиксировалось сплошное вскипание.

#### *5.4.2. Микроморфологический анализ*

Микроморфологический анализ курганных конструкций показал, что материал КК I сильно уплотнен, консолидирован. Поровое пространство характеризуется наличием пор-ваг с сильно изрезанной конфигурацией и редкими параллельными трещинами усыхания (рисунок 64 а). Материал общей массы обогащен органическим веществом, что диагностировано по темно-серой пропитке. Карбонатные стяжения приурочены к порам и расположены в них упорядоченно, как и в исходной почве, хотя отмечаются признаки начала их растворения в центре пор (рисунок 64 б). К антропогенным добавкам можно отнести углистые включения, местами имеющие четкое клеточное строение, что характерно для древесного угля; таких включений много (рисунок 64 с). Диагностированы признаки замешивания, выраженные в равномерном распределении угольной пыли в ТДМ (рисунок 64 а), также имеются микрозоны, контрастно по-разному окрашенные оксидами железа, но при этом не отмечено комочков замешанного материала.

КК II имеет зональное по пористости микростроение: выделяются как уплотненные (рисунок 64 d, верхняя часть снимка), так и разбитые сетью неупорядоченных трещин и пор сильно дезинтегрированные микрозоны (рисунок 64 d, нижняя часть снимка). Уплотненные микрозоны характеризуются контрастным

строением: при наличии полностью обезжелезненных микроучастков (рисунок 64 е, слева по краю снимка) выделяются интенсивно окрашенные оксидами железа (рисунок 64 е, справа основная часть снимка).

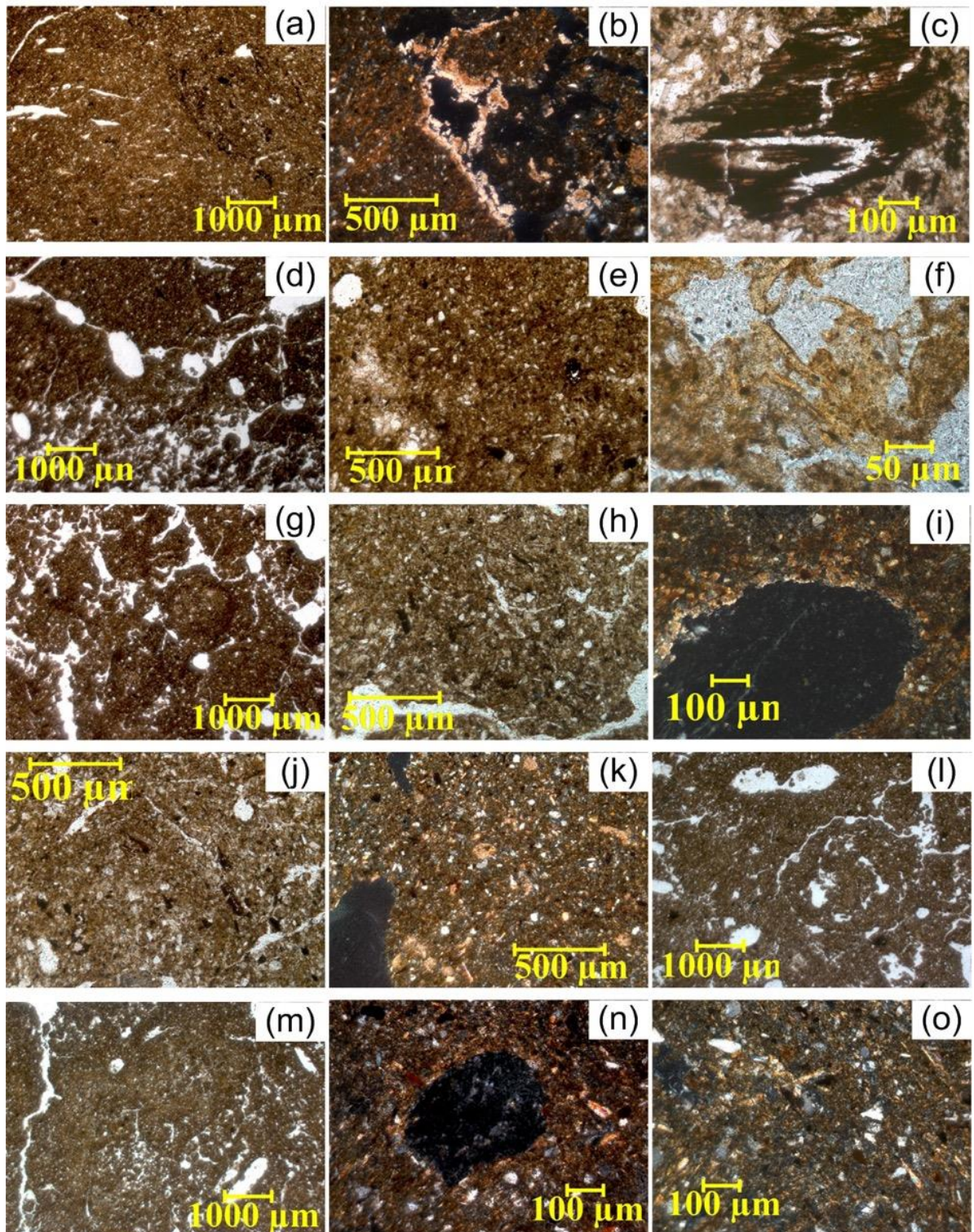


Рисунок 64. Микроморфологическое строение курганных конструкций ключевого участка Шумный: КК I (a-c), КК II (d-f), КК III (g-i), КК IV (j-l), КК V (m-o). Фото b, i, k, n, o сняты с анализатором (XPL), остальные – без анализатора (PPL).

КК II характеризуется самым темным цветом общей массы, что выражено в сплошной пропитке аморфным органическим веществом (рисунок 64 d, e) и связано с высокой гумусированностью материала. Карбонатные стяжения приурочены к порам и расположены в них упорядоченно. Отмечаются включения материала антропогенного происхождения: обломок речной раковины, сильно минерализованный обломок кости (рисунок 64 f, в центре снимка), а также углефицированная органика, не имеющая клеточного строения.

Материал КК III характеризуется обильными трещинами усыхания (рисунок 64 g, h). Карбонатные стяжения в порах перекристаллизованы, иногда сильно истончены и покрыты пленками оксидов железа (рисунок 64 i). Диагностированы включения углефицированной органики, как имеющей, так и не имеющей клеточного строения. Важно отметить, что в отличие от нижележащих КК I и II, КК III демонстрирует признаки довольно значительного изменения исходного материала горизонта Ah погребенной почвы: выделяются комковидные микроагрегаты замешанного материала, подчеркнутые полосами оксидов Fe (рисунок 64 g, центр) или угольной пыли (рисунок 64 h, центр);

КК IV характеризуется отчетливыми признаками растрескивания материала (рисунок 64 j), узкие трещины расположены друг к другу под острыми углами, как и в горизонте АВкб позднекатакомной почвы. Материал КК IV заметно отличается от материала первых трех насыпей более светлым цветом основной массы, то есть меньшей степенью пропитки материала аморфным гумусом. Только здесь в основной массе разбросаны мелкие (<100 микрон) карбонатные аккумуляции, сложенные микритом и не приуроченные к порам (рисунок 64 k). Как и в КК III, здесь отмечаются комковидные микроагрегаты замешанного материала (рисунок 64 l), углистые включения, расположенные по кругу (рисунок 64 j).

Материал КК V характеризуется микроразнональностью по степени уплотнения: наряду с сильно консолидированными микроучастками отмечается множество пор-ваг, встречаются крупные протяженные трещины (рисунок 64 m). Основная масса практически бескарбонатная, ТДМ имеет гумусо-глинисто-железистый состав (рисунок 64 m) с околпоровой ориентацией железисто-глинистого ТДМ (рисунок 64 n). Включений углефицированной органики немного, отмечаются лишь в отдельных микроразнонах (рисунок 64 o). Встречаются остатки сильнофосфатизированных костей.

Комковидные агрегаты здесь если и можно выделить, то только предположительно (рисунок 64 m, центр).

В материале всех изученных КК обнаруживаются специфические скопления гумусо-железистых округлых пятен в ТДМ, похожие на колонии микроорганизмов (рисунок 65 а-е).

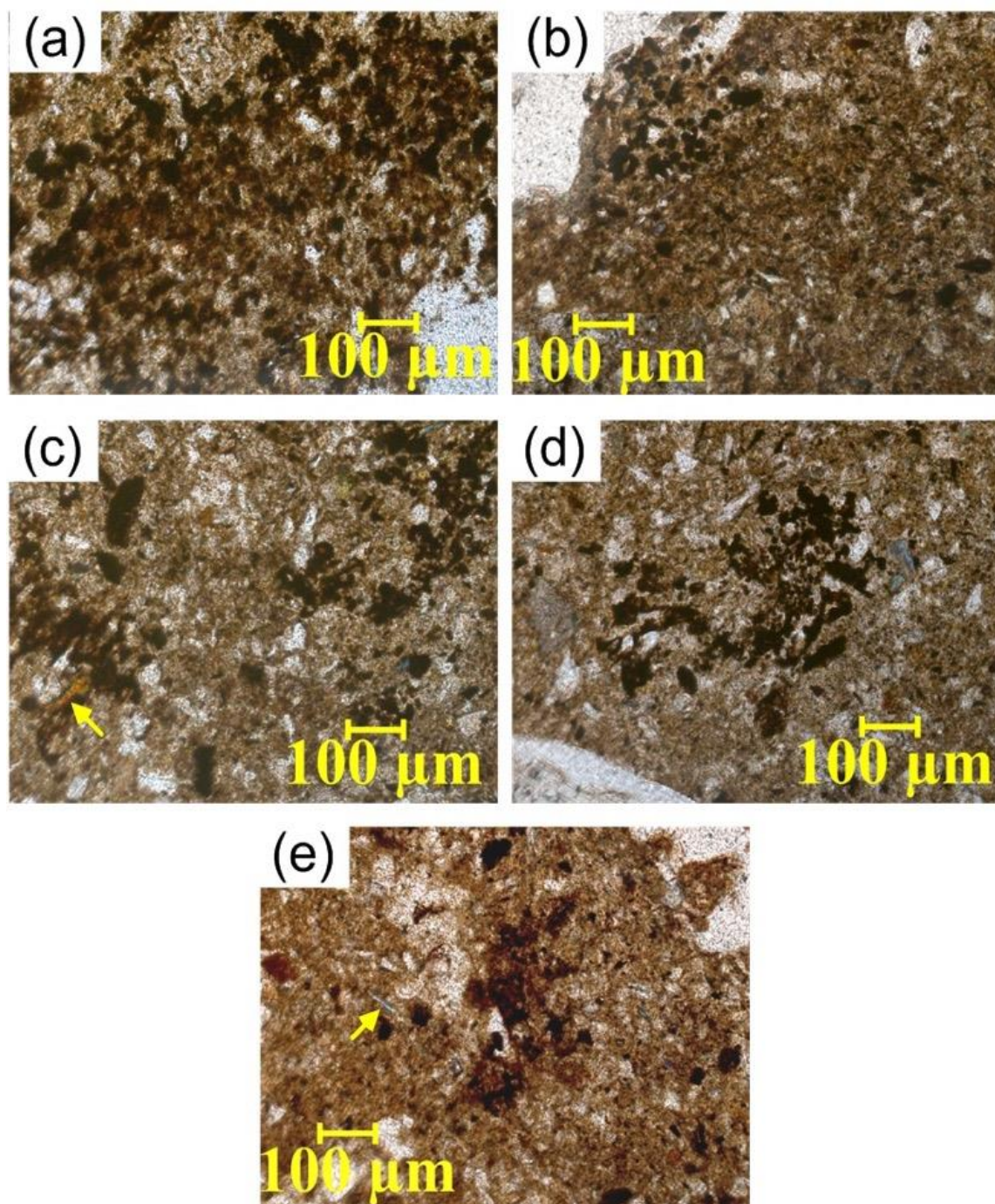


Рисунок 65. Скопления гумусо-железистых пятен в тонкодисперсной массе курганных конструкций ключевого участка Шумный: I (a), II (b), III (c), IV (d), V (e). Все фото сняты без анализатора (PPL).



Иногда такие скопления сопровождаются обломками речных раковин (рисунок 65 с, е, указано стрелками). По количеству этих колоний, обнаруженных в образцах, КК различались: максимальное количество мелких колоний представлено в КК II и III. Они обильно встречаются и в КК IV, но более крупные и четко выраженные (рисунок 65 d).

В КК V видны единичные колонии, они более сильно окрашены оксидами железа, чем гумусом (рисунок 65 е). Колонии практически везде сопровождаются мелкими осколками раковин и обломками карбонатных пород. Подобных, похожих на колонии, пятен не зафиксировано ни в одном из горизонтов погребенных под курганом почв.

#### 5.4.3. Физико-химические свойства

Гранулометрический состав всех курганных конструкций характеризуется как легкая глина. Содержание  $C_{\text{орг}}$  (рисунок 66 А) в КК I-IV не превышает 1% и колеблется в диапазоне 0.1-1.0 %; при этом оно минимально для материала КК II и составляет 0.8 %. В КК V отмечается наибольшее содержание  $C_{\text{орг}}$  – 1.6%.

Распределение процентного содержания  $C_{\text{карб}}$  (рисунок 66 А) в КК отражает обратную картину – максимальные значения здесь приурочены к материалу КК II и составляют 0.3%, а минимальные к КК V – 0.1%. Потери при прокаливании колеблются от 7-7.5 в КК I-IV до 8 % в КК V.

Магнитная восприимчивость характеризуется минимальной величиной в материале КК II ( $80.2 \times 10^{-8}$  ед. СИ), хотя КК I, III и IV имеют лишь немного бóльшие величины ( $80.4 - 84.9 \times 10^{-8}$  ед. СИ). Отмечается тренд возрастания магнитной восприимчивости от ранней (КК I) к поздней (КК V) конструкциям в кургане, в последней она достигает максимума –  $92.6 \times 10^{-8}$  ед. СИ (рисунок 66 В).

В составе обменных оснований во всех изученных КК безусловно преобладает кальций, составляя более 75-80% от суммы катионов (рисунок 66 С). Содержание магния колеблется в пределах 9-13%, калия во всех КК около 2%. Вместе с тем, доля обменного натрия в составе обменных оснований заметно различается. Наиболее высокое содержание отмечается в КК II и составляет 6.9%, тогда как для КК V его содержание всего 1.7%. В других КК значения колеблются от 5.0 до 6.4%.

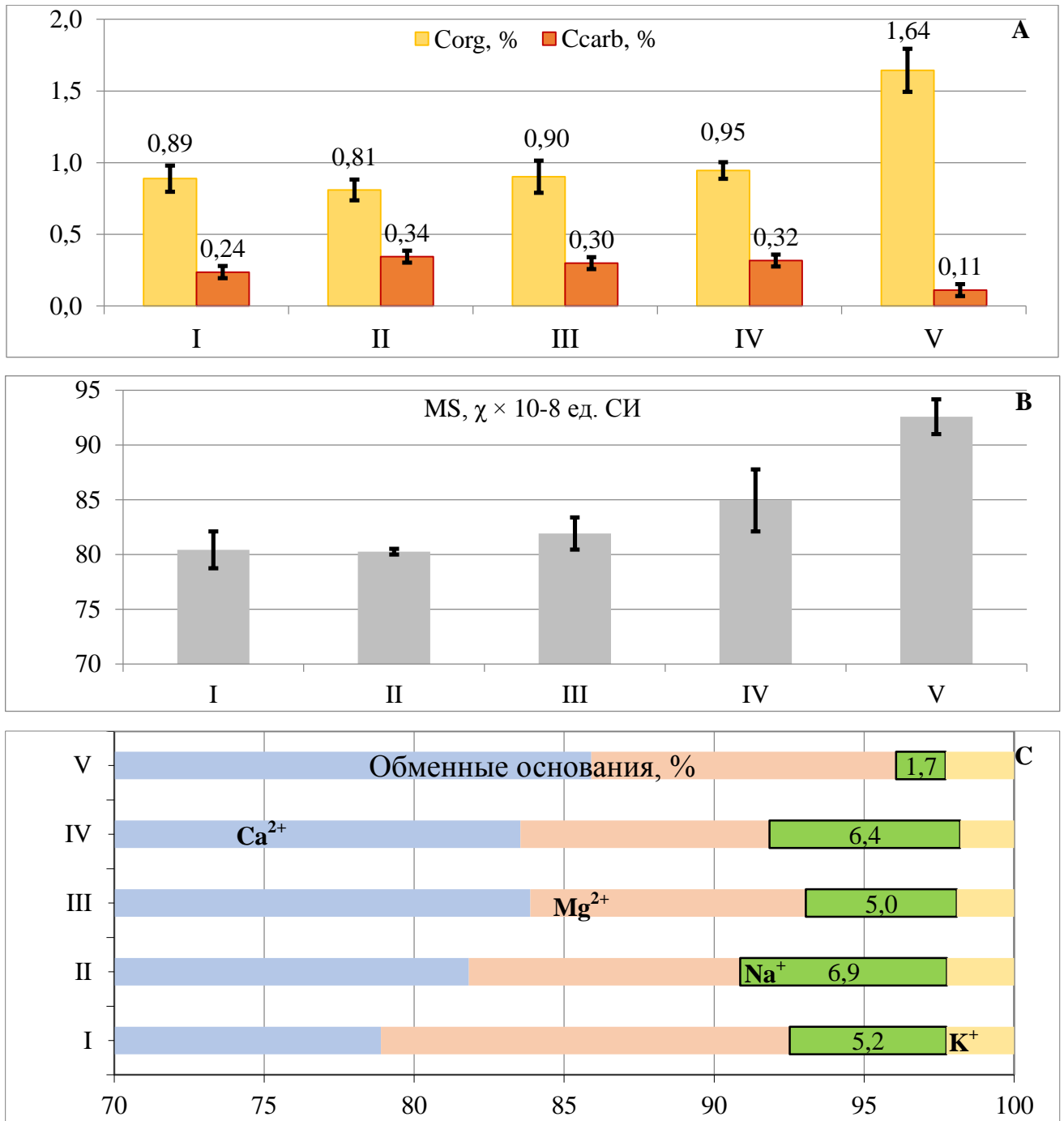


Рисунок 66. Физико-химические свойства материала курганных конструкций ключевого участка Шумный. А - содержание органического углерода (%) и углерода карбонатов (%), В – величина удельной магнитной восприимчивости (МВ, MS,  $\chi$  (10–8 ед. СИ)), С – содержание обменных оснований (%).

#### 5.4.4. Описание технологии и приемов строительства кургана

Для создания КК I (4800-4700 л.н.) использовали материал горизонта Ahb палеопочв, представленных в разрезах Ш-1п – Ш3п, на что указывает темный цвет этой КК, сопоставимое содержание органического вещества в ней и указанном горизонте

палеопочв и равномерное распределение гумусовой пропитки в материале КК, установленное на основе микроморфологического анализа. Для строительства КК применяли грубый замес - самый примитивный способ строительства кургана, при котором почвенный и антропогенный материал замешивали и выкладывали на погребение. При этом при грубом замешивании часть почвенной массы не разрушается и остается структура. Этот способ был определен по относительно равномерному распределению в материале КК I углистых частиц и чередованию разноокрашенных оксидами железа микрозон; трамбовку, о чем свидетельствует уплотненность материала и наличие пор-ваг (Саммас, 2018), а также использовали воду – индикатором этого является подвижность оксидов железа, обнаруженная в материале КК I и не выявленная в горизонте Ahb палеопочв. Добавляли древесный уголь, как в виде относительно крупных частиц, так и пыли. Наличие в порах согласно залегающих карбонатных аккумуляций, таких же, как описаны в горизонте Ahb, говорит о том, что использование воды было непродолжительным, а ее воздействие на используемый почвенный материал – небольшим.

При строительстве КК II (4700-4500 л.н.) применялись также грубый замес и трамбовка в сухом состоянии, либо при небольшом увлажнении. Об этом свидетельствует высокая неоднородность материала КК II, в котором почвенные признаки изменены несущественно и легко читаются. Так же как и для КК I, при строительстве КК II использовался преимущественно материал горизонта Ahb с небольшой примесью антропогенных материалов: угольная пыль от сжигания травы, кости.

Свойства материала КК III (4700-4500 л.н.) свидетельствуют о применении более тщательного замеса с использованием бóльшего, чем для КК I-II, количества воды, на что указывают полосы оксидов железа и перекристаллизованные карбонатные стяжения в порах, которые иногда сильно истончены и покрыты пленками оксидов железа.

Таким образом, при сходстве исходных материалов, взятых для строительства всех трех конструкций, КК III выделяется наиболее значительными масштабами использования воды, как по количеству, так и по длительности воздействия, приведшими к заметным изменениям исходного микростроения ТДМ горизонта Ahb и карбонатных стяжений. Лишь в КК III отчетливы признаки замешивания материала, что,

по-видимому, было необходимо для обеспечения бóльшей прочности и устойчивости при создании её крутых склонов.

Приемы, использованные при строительстве КК IV (4500-4200 л.н.): интенсивное механическое воздействие в виде замешивания и трамбовки с большим использованием воды, добавление углефицированной органики, использование смеси горизонтов Ah и AVk почвы, аналогичной той, что представлена в разрезе Ш-8п. А возможны и добавки материала горизонта Vkb ввиду обнаружения большого количества карбонатных аккумуляций в основной массе материала только в КК IV.

Основное отличие КК V (3500-3000 л.н.) от всех остальных в том, что она сооружена практически из бескарбонатного материала горизонта Ah палеопочвы, аналогичной той, что представлена в разрезе Ш-9п. Приемы сооружения те же, что и для более ранних КК – замешивание и трамбовка с использованием воды. Об этом свидетельствуют начальная стадия ориентировки железисто-глинистого ТДМ вокруг пор и растрескивание почвенной массы после высыхания. По сравнению с другими КК антропогенных материалов здесь использовали меньше, так как отмечается совсем небольшое количество углефицированной органики и включений сильноразложившихся костей.

Описанные скопления гумусо-железистых округлых пятен в ТДМ всех конструкций кургана, вероятно, свидетельствуют об использовании речного ила при их создании, поскольку не обнаружено аналогичных гумусо-железистых новообразований ни в одном из горизонтов изученных погребенных почв. Кроме того, практически во всех КК наличие таких новообразований сопровождалось присутствием обломков речных раковин или карбонатных пород. Можно заключить, что использовали речной ил для создания всех КК, но особенно много для КК II и III. Использование речного ила – довольно рутинная практика при строительстве курганов как в степной (Khokhlova et al., 2022), так и лесной зоне России (Makeev et al., 2021).

Физико-химические свойства материалов КК указывают на существенные различия между сооруженными в катакомбное и срубное время. Материалы КК I-IV близки по физико-химическим свойствам и отличаются от КК V, материалом для строительства которой послужила почва, аналогичная изученной в разрезе Ш-9п.

Основной материал для строительства кургана, в частности, каждой курганной конструкции, брался преимущественно из верхних горизонтов почв, а учитывая

внушительные размеры памятника, ясно, что он собирался с достаточно большой площади, выходящей далеко за пределы кургана. Лишь редко и в малых количествах использовался материал срединных горизонтов. Это важно помнить при сравнении свойств материалов курганных конструкций и погребенных под ними почв.

Таким образом, детальный анализ курганных конструкций и погребенных под ними почв позволил сделать ряд выводов:

- Гранулометрический состав всех курганных конструкций характеризуется как легкая глина, что совпадает с характеристикой гранулометрического состава изученных почв.

- К концу раннекатакомбного периода (4800-4200 л.н.) климатические условия менялись в сторону аридизации. Как для материала курганной конструкции, так и для соответствующей палеопочвы, последней в коротковременном хроноряду, отмечаются наиболее высокие величины  $C_{\text{карб}}$ , содержания  $\text{Na}^+$  в составе обменных оснований и наименьшие –  $C_{\text{орг}}$  и МВ.

- К срубному времени происходило увеличение количества атмосферных осадков, что отразилось в физико-химических свойствах материала конструкции и соответствующей палеопочвы (последней в длительном хроноряду): здесь достигают максимума содержание  $C_{\text{орг}}$ , величина МВ, и минимума содержание  $C_{\text{карб}}$  и  $\text{Na}^+$  в составе обменных оснований.

- Для двух изученных хроноинтервалов направленность смены свойств материала курганных конструкций совпадает с установленной изменчивостью свойств почв, погребенных под ними.

## ГЛАВА 6. ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ

Выявленные закономерности изменений различных почвенных свойств и в целом изменение почвенного покрова в значительной степени определяются изменчивостью климата. На основе изучения педохронорядов различной длительности, погребенных под курганами разных культур, нами выявлены основные диагностические палеопочвенные признаки, которые отражают изменение степени увлажненности климата в степной зоне Восточно-Европейской равнины. Это такие признаки, как: содержание органического углерода, профильное распределение и глубина максимального залегания карбонатов, содержание гипса, обменного натрия, качественные и количественные характеристики сегрегированных новообразований, величина магнитной восприимчивости. Кроме того, почвы способны сохранять объекты иного, непедогенного происхождения, которые можно использовать для реконструкций древней природной среды (споры и пыльца). Все объекты исследования относятся к эпохе бронзового века (5700-3000 тыс. л.н.), то есть к атлантическому - рубежу суббореального периода голоцена.

### *Ключевой участок «Ессентукский I»*

Курган Ессентукский I относится к майкопской культуре раннего бронзового века, к раннему этапу этой культуры, середина III тысячелетия до н.э. (3700-3500 лет до н.э.). На относительную узость хронологического отрезка времени (в несколько десятилетий), который понадобился древним строителям для возведения кургана, помимо радиоуглеродных дат для первой и третьей грунтовых конструкций, указывают ряд косвенных признаков, зафиксированных в ходе раскопок, и некоторые умозрительные выводы. Среди них: отчетливо видимый единый архитектурный план строительства кургана, идентичная керамика, найденная во всех конструкциях кургана и за его пределами, а также наличие поблизости множества других, в том числе крупных майкопских курганов (Колесниченко, 2015; Лычагин, 2014). Кроме этого, все грунтовые конструкции имели четкие и резкие границы, чего не должно было быть, если бы курганные конструкции строились со значительными временными перерывами.

Морфологические и физико-химические свойства изученных палеопочв кургана Ессентукский I показывают не только направленность изменений климата, но и вариабельность почвенных свойств. Представилась возможность изучить вариабельность свойств палеопочв, отнесенных к одному и тому же этапу строительства кургана в раннее майкопское время, так как палеопочвы, расположенные ближе к центру кургана, были погребены друг за другом очень быстро, что подтверждается археологическими данными, а также тем, что почвы в центральной части кургана обладают схожими свойствами. Мы можем рассматривать их как единый объект и сравнивать усредненные для них значения, как с современной почвой, так и палеопочвой, расположенной на периферии кургана, демонстрирующей очевидно отличающиеся свойства.

За время функционирования кургана произошла деградация гумусового профиля, что отражается в осветлении его окраски в периферийной палеопочве по сравнению с тремя другими подкурганскими почвами. Соли карбонатов и гипса подтянулись к дневной поверхности. По данным как макро-, так и микро- морфологического анализа в карбонатном профиле увеличилось количество новообразований и изменились их формы от слабой пропитки с самого верха профиля и редкой белоглазки – в средней части к ясно выраженному псевдомицелию и обилию белоглазки, а также общему увеличению степени пропитки тонкодисперсной массы карбонатами, соответственно. Данные лабораторного изучения позволяют отметить в верхней части профиля периферийной палеопочвы уменьшение содержания органического углерода как по сравнению с ранее погребенными почвами коротковременного хроноряда, так и относительно современных почв, если мы рассматриваем реконструированные значения этого компонента. Содержание углерода карбонатов, гипса, обменного натрия и магния в составе обменных оснований увеличилось, а магнитной восприимчивости – уменьшилось, что свидетельствуют о более аридном климате во время формирования почвы, погребенной в периферийной части кургана по сравнению с теми, что ближе к центру.

Для изученного педохроноряда за время его функционирования характерна смена почвенного подтипа черноземов: от обыкновенных мощных (1977) или миграционно-сегрегационных легкоглинистых (2004) (Calcic Chernozems (Loamic, Pachic)) в центре кургана к южным (1977) или сегрегационным легкоглинистым (2004) (Haplic Calcisol

(Loamic) – на периферии. Современная почва классифицируется так же, как почвы в центре кургана. Кроме этого, результаты проведенного исследования иллюстрируют скорость изменения почвенных признаков. За короткий период времени, несколько десятилетий, пока строился курган, отмечается не только смена физико-химического и морфологического облика почв, но и смена почв на уровне подтипа в условиях нарастания аридизации и континентальности климата. В пользу того, что за несколько десятилетий на фоне короткопериодических климатических колебаний в степной зоне могли произойти изменения почв на уровне подтипа можно найти данные в недавней работе (Смирнова, 2019), где “на основе геоинформационного анализа разновременных почвенных карт были выявлены закономерные трансформации границ почвенных ареалов автоморфных черноземов, связанные с внутривековой климатической цикличностью, приводящей к изменению таксономической принадлежности почв на уровне подтипа”. Сопоставление свойств палеопочв с изученной современной почвой позволяет предполагать, что палеопочвы раннего майкопского времени формировались в условиях более аридного климата, чем сейчас.

Палинологический анализ, продемонстрировав динамику растительного покрова, независимо от палеопочвенного изучения подтвердил сделанные выводы о палеоклиматической обстановке изучаемого интервала времени. За время строительства кургана фиксируется небольшое сокращение площади лесов и изменение видового состава от грабовых к грабово-вязовым лесам, увеличение доли травянистой растительности, остепнение луговых сообществ, появление явных ксерофитов в составе растительных сообществ. Это было связано с изменением влаго- и теплообеспеченности территории. Растительный покров изменился немного, так как период строительства кургана составляет всего несколько десятилетий, что является небольшим временным интервалом для отклика растительных сообществ. Важно подчеркнуть, что признаки ксерофитизации растительности отчетливо проявляются уже в образце из разреза Ес2п-18, почва в котором ни по морфологическим, ни по аналитическим свойствам практически не отличается от почвы разреза Ес1п-18. Это позволяет предполагать, что в целом строительство кургана совершалось в период довольно интенсивной аридизации климата на данной территории. Именно поэтому так уверенно фиксируется подтиповое различие палеочерноземов, погребенных в центре и на периферии кургана несмотря на сравнительно короткий промежуток времени, пока длилось это строительство.



### ***Ключевой участок «Болдырево IV»***

Сравнительный анализ погребенных почв показал, что под первой, ранней конструкцией почвы были в меньшей степени изрыты землероями, нижняя граница гумусового горизонта ровная или слабоволнистая, в аккумулятивно-карбонатном горизонте выраженность слоев карбонатной пропитки наиболее четкая среди почв хроноряда. В палеопочвах под второй и третьей конструкциями степень изрытости увеличивается и достигает максимума в палеопочвах под четвертой конструкцией. Это приводит к тому, что граница гумусового горизонта становится неровной, иногда откровенно языковатой, а четкое залегание карбонатных горизонтальных слоев нарушается в почвах, погребенных под четвертой конструкцией. Можно отметить и увеличение степени пропитки карбонатами материала между слоями пропитки в палеопочвах под четвертой конструкцией по сравнению с остальными почвами хроноряда. По морфологическому облику фоновая почва наиболее близка к самой ранней палеопочве в хроноряду.

Сопоставление и сравнение физико-химических свойств почв в Болдыревском кургане показало, что за время строительства кургана в погребенных почвах произошло уменьшение содержания  $C_{орг}$  в верхней части профиля, увеличилось содержание  $C_{карб}$  и ППП,  $pH_{H_2O}$ , гипса, доли обменного натрия в составе обменных оснований и величины МВ. Напомним, что магнитные свойства почв являются важным архивом климатических условий и одним из показателей, широко используемых в палеоэкологических исследованиях для реконструкции уровня атмосферных осадков в различные исторические и геологические эпохи (Heller and Liu, 1986; Maher and Thompson, 1995; Dearing et al., 2001; Maher et al., 2002; Alexeeva et al., 2007; Balsam et al., 2004., Balsam et al., 2011; Long et al., 2016; Maxbauer, 2016; Jordanova, 2021; Gao et al., 2021). Формирующаяся в почве более высокая магнитная восприимчивость по сравнению с исходным материалом объясняется новообразованием магнитных железосодержащих минералов, которые считаются специфическим результатом почвообразовательного процесса. Наблюдаемое «магнитное усиление» связано с климатозависимым образованием и накоплением в почвах в первую очередь магнетита и маггемита. Палеопочвы, последние в изучаемом хроноряду, так же, как и материал четвертой конструкции, под которой они были погребены, имеют более «засушливый» морфологический облик: нижняя граница гумусового горизонта в палеопочвах имеет

тенденцию к языковатости, профили сильнее изрыты землероями, при микроморфологическом анализе установлено, что карбонаты сильнее пропитывают почвенную тонкодисперсную массу в карбонатно-аккумулятивном горизонте, который использовался для возведения четвертой конструкции. Только в последней на микроуровне отмечаются уплотненные фрагменты ТДМ, которые сильно окарбоначены.

### ***Ключевой участок «Бейсузжек IX»***

Сопоставление свойств палеопочв в изученном хроноряду позволяют отметить, что за время функционирования кургана произошла деградация гумусового профиля, что отражается в его осветлении и уменьшении мощности в почве под третьей конструкцией. В этой почве соли карбонатов и гипса подтянулись к дневной поверхности почвы. В карбонатном профиле увеличилось количество новообразований и изменились их формы. Это заметно уже в поверхностных горизонтах появлением более густой сети карбонатного мицелия, зафиксированного как на макро-, так и микроуровнях наблюдения. По данным химического анализа и инструментальных измерений в верхней части профиля уменьшилось содержание органического вещества, а содержание углерода карбонатов, гипса и обменного натрия в составе обменных оснований увеличилось. Следы деятельности мезофауны хорошо заметны не в поверхностных, а, главным образом, в срединных горизонтах профиля, что четко зафиксировано при микроморфологических наблюдениях. Поэтому почва, погребенная последней в изученном хроноряду при сооружении третьей курганной конструкции представителями катакомбной культуры (4100-3800 л.н.) имеет наиболее "засушливый" облик.

Почвы под первой и второй конструкциями в кургане классифицируются как черноземы обыкновенные мощные легкоглинистые (1977) или миграционно-мицелярные (2004) (Haplic Chernozems Loamic), тогда как палеопочва под третьей – как черноземы обыкновенные мощные легкоглинистые (1977) или миграционно-сегрегационные (2004) (Calcic Chernozems Loamic). Современная почва классифицируется так же, как почвы в центре кургана. То есть, можно констатировать, что за время между сооружением первой и третьей конструкций в кургане почвы эволюционировали в сторону более ксероморфного варианта черноземов.

Спектр пыльцы в почвах, погребенных под первой и второй конструкциями, сходен, что свидетельствует об устойчивости растительного покрова в период распространения новотиторовской археологической культуры. Напротив, пыльцевой спектр в палеопочве, погребенной под третьей конструкцией, показывает значительное количество пыльцы широколиственных деревьев, уменьшение или исчезновение видов мезофильных деревьев, большую долю пыльцы трав и травянистых растений и появление среди них степных видов. Эти изменения в составе пыльцевых спектров отражают переход от теплого и довольно влажного климата к более засушливому. В целом растительный покров за весь период строительства кургана можно было определить как лесостепной, а состав травянистых растений – как луговое разнотравье. Среднеголоценовая структура растительности Приазовья и Причерноморья была ранее определена как "южная лесостепь" (Маркова, 2003). Спорово-пыльцевые данные свидетельствуют о том, что исследуемая территория имела довольно сложный и разнообразный растительный покров в эпоху бронзы. В целом палинологические спектры соответствуют южному лесостепному типу (Маркова, 2003).

#### ***Ключевой участок «Шумный»***

Палеоклиматические реконструкции, основанные на результатах физико-химических, микроморфологических и палинологических данных педохроноряда кургана Шумный, приводят к заключению, что он построен в эпоху усиления гумидности климата. От раннекатакомбного к срубному времени происходит смена климатических условий – увеличивается атмосферное увлажнение и снижается среднегодовая температура. Усиление увлажнения отразилось на гумусовом и карбонатном профиле, содержании  $C_{орг}$ , обменного натрия в составе обменных оснований и величине МВ.

На примере кургана Шумный удалось проследить изменения свойств почв не только за длительный интервал времени (более 1000 лет), но и за более короткий. Временной разрыв между строительством первых трех конструкций, 4800-4200 л.н., не такой большой, как в целом для кургана. В коротковременном хроноряду палеопочв раннекатакомбной культуры, погребенных под первой, второй и третьей конструкциями отражается нарастание аридных условий природной среды от начала к концу этого хроноинтервала. Здесь в морфологическом строении зафиксировано появление особых

форм карбонатных аккумуляций в гумусовом горизонте – окарбонированных корневых клеток; специфических тонких трещин в почвенной массе срединных горизонтов, которые расположены под острыми углами друг к другу, по физико-химическим свойствам отмечены наименьшие показатели по Сорг и МВ, с одной стороны, и максимальные показатели по содержанию Скарб и обменного натрия и магния в составе обменных оснований, а также наибольшая активность землероев, с другой. Все это указывает, по крайней мере, на кратковременный эпизод аридизации во время развития раннекатакомбной культуры.

Далее, постепенно от позднекатакомбного к срубному времени климатические условия менялись на гумидные и прохладные, схожие с современными. От начала к концу строительства кургана шло постепенное выщелачивание карбонатов из поверхностных горизонтов, вытеснение обменного натрия из почвенного поглощающего комплекса и накопление  $S_{орг}$ . Наиболее влагообеспеченной является палеопочва под пятой (последней в кургане) конструкцией, сооруженной представителями срубной культуры – 3500-3000 л.н. Это, в свою очередь, свидетельствует о том, что срубный период имел более благоприятные климатические условия для биопродуктивности, чем раннекатакомбный и современный периоды, что подтверждается данными палинологического анализа.

За время строительства кургана «Шумный» выделены три этапа развития растительного покрова, которые были обусловлены изменением климатических показателей – теплообеспеченности и влажности:

1 этап – раннекатакомбная культура (4800-4700 л.н.), для которой характерен аридный, умеренно теплый климат. Палиноспектры показали присутствие здесь разреженных сосняков, преобладание мелколиственных пород (береза, ольха, ива) злаков и разнотравья.

2 этап – позднекатакомбная культура (4700-4200 л.н.) потепление и уменьшение влажности климата в короткий интервал времени. Только в пробах этого этапа максимальную долю составляла пыльца маревых (*Chenopodiaceae*) и полыни (*Artemisia*), что указывает на аридизацию климата. Поскольку больше ни в одной из проб такого количества пыльцы указанных растений не встречается, можно заключить, что аридизация имела эпизодический характер, не была продолжительной.

3 этап – срубная культура (3500-3000 л.н.) – похолодание и резкое увеличение влажности. Увеличение количества осадков и появление сильно обводненных территорий в регионе к моменту строительства пятой конструкции отразились на резком сокращении участия пыльцы злаковых растений. В целом, палиноспектр данного временного интервала свидетельствует об увеличении увлажнения по сравнению с условиями, в которых формировались ранее погребенные почвы, и, возможно, похолодании в срубное время.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексный анализ свойств погребенных и современных почв позволил проследить изменения, которые были вызваны сменой климатических условий в степной зоне Восточно-Европейской равнины в бронзовом веке.

Курганы Эссентукский I и Болдырево IV являются синхронными археологическими памятниками раннего бронзового века майкопской и ямной культур, соответственно. Несмотря на то, что расположены они в разных частях Восточно-Европейской равнины (Эссентукский I – Ставропольский край, Ставропольская возвышенность, Болдырево IV – Оренбургская область, возвышенность Общей Сырт) и отличаются по литологии, палеоклиматические реконструкции продемонстрировали одинаковую направленность смены тепло- и влагообеспеченности в указанных регионах во время их строительства.

Ранее исследования подкурганых палеопочв начала бронзового века проводили в Ставропольском крае и Предкавказье (Александровский, 2004; Габуев, 2012; Khokhlova, 2001) и отметили усиление аридных свойств в исследуемый период и в целом реконструировали более засушливый период второй половины среднего голоцена, сопровождавшийся засолением и осолонцеванием почв, что обусловило формирование более южных и континентальных подтипов и родов почв. На основе палинологических данных усиление аридизации климата реконструировано в период начала расселения племен майкопской культуры по долинам рек в условиях современных злаковых степей не только в Предкавказье, но и на западном окончании Прикаспийской низменности, и на Таманском полуострове (Кореневский, 2018). Наличие аридизации климата во второй половине IV тыс. до н.э. на Ергенинской возвышенности, в Прикаспийской низменности, Южном Приуралье отмечается в ряде работ палеопочвоведов и палинологов (Демкина, 2003; Иванов, 1995; Лаврушин, 1998; Трегуб, 2012; Alexandrovskiy, 2000; Хохлова 2019). Исследования подкурганых палеопочв проводились в Ставропольском крае А.Н. Геннадиевым. В работе рассмотрены изменение гумусного состояния и солевого профиля погребенных почв. В результате была выдвинута гипотеза о более засушливом периоде второй половины среднего

голоцена (Геннадиев, 1984). В целом, полученные результаты и выводы согласуются с данными в нашем исследовании.

Полученные ранее результаты (с участием соискателя) изучения палеопочв Красиковского I курганного могильника в степном Приуралье (Хохлова и др., 2019) следует упомянуть при обсуждении полученных результатов по нескольким причинам. Во-первых, радиоуглеродные археологические даты, полученные для самого раннего кургана 1 в могильнике Красиковский I, практически совпадают с датами для кургана Ессентукский I: 3650–3520 для приуральского памятника и 3653–3522, 3637–3521 – для кавминводского. Во-вторых, при раскопках Болдыревского кургана была обнаружена керамика красиковского типа, памятники раннеямной культуры около сс. Болдырево и Красиково на основании комплексного анализа признаны археологами если не синхронными, то очень близкими по времени сооружения (Моргунова и др., 2022). В-третьих, на основании палеопочвенного анализа курганов в могильнике Красиковский I реконструирован аридный эпизод в интервале от 3600 до 3000 лет cal BC (5600–5000 л. н.), что согласуется с данными, полученными на основе палеопочвенного анализа курганов Ессентукский I и Болдырево IV в плане направленности изменения климатических условий (усиление аридизации). Необходимо отметить, что раннеямная керамика также была обнаружена в кургане Ессентукский I, что еще более сближает, в том числе, хронологически, эти курганы, сооруженные в удаленных друг от друга регионах степной зоны Восточно-Европейской равнины. Но если говорить о скорости проявления изменений климата в почвенном профиле, курган Ессентукский I и Красиковские курганы дают совершенно разную информацию: несколько десятилетий в первом случае, порядка 400 лет – во втором, что объясняется разными подходами к датированию этих объектов. Хотя в случае с Красиковскими курганами предполагали более быстрое, чем позволяют определить радиоуглеродные даты, изменение свойств почв в выявленном хроноряду (Хохлова и др., 2019).

Ключевой участок Бейсужек IX включал большой курган, под которым палеопочвы были погребены представителями новотиторовской и катакомбной культуры. Этот курган был сооружен и функционировал на этапе средней - поздней бронзы суббореального периода голоцена (4500-3800 л.н.). С этим временем также соотносится первый этап строительства кургана Шумный (4800-4200 л.н.). Для данного периода была характерна смена полуоседлого образа жизни катакомбных племен эпохи

средней бронзы на кочевое скотоводство (Шишлина, 2000). Смена образа жизни привела к миграции племен степняков-скотоводов в пределы лесостепной и лесной зон, что говорит об ухудшении условий для проживания людей в степной зоне.

Исследования палеопочв двух педохронорядов КУ Бейсужек IX (4500-3800 л.н.) и Шумный (4800-4200 л.н.) позволяют сделать вывод о том, что курганы начали строиться в благоприятный биоклиматический период с преобладанием мицеллярно-миграционных черноземов, сформированных под разнообразным растительным покровом. В проведенных исследованиях палеопочв для соседних Ростовской, Волгоградской, Оренбургской областей и республики Калмыкия, временной интервал с XXVII по XXIII века до н. э. характеризовался как благоприятный для биопродуктивности ценозов с влажными климатическими условиями, а также отмечалось смягчение засушливости и континентальности климата (Демкин и др., 2010; Кременецкий, 1997; Шишлина, 2007).

В то же время на рубеже третьего и второго тысячелетий до н. э. многие исследователи почв степной зоны России отмечают экологический кризис, связанный с резким усилением аридизации климата (Александровский, 2002, 2005; Демкин и др., 2002, 2013; Александровский и др., 2015; Иванов, 1992; Купцова и др., 2018). Этот кризис имел широкое территориальное распространение и отмечался по палеопочвенным данным далеко на юг вплоть до Аравийского полуострова. И по палеоботаническим данным в исследуемом интервале времени обозначилась тенденция аридизации климата, которая проявилась в снижении доли луговой растительности и в доминировании степной аридной флоры в пыльцевых и фитолистных спектрах на плакорах лесостепной зоны центра Восточно-Европейской равнины (Чендев и др., 2013). Свойства почв раннекатакомбной культуры, погребенные под курганами Бейсужек IX и Шумный, а также палинологические спектры, полученные из палеопочв изучаемых хронорядов, подтвердили эти выводы.

При совокупном анализе всех свойств палеопочв можно наблюдать “ухудшение” свойств палеочерноземов в изученном хроноряду (4800-3800 л.н.) в период раннекатакомбного времени бронзового века. А именно, отмечается снижение содержания гумуса и величины магнитной восприимчивости с одной стороны, и увеличение количества и форм карбонатных новообразований, содержания углерода карбонатного, подтягивание карбонатов вверх по профилю, с другой.



Совершенно противоположную картину показывают почвы срубного времени (3500-3000 л.н.), изученные в кургане Шумный, Краснодарский край. Анализ свойств отображает постепенное выщелачивание карбонатов из поверхностных горизонтов, вытеснение обменного натрия и магния из почвенного поглощающего комплекса и накопление органического углерода. Это свидетельствует о том, что срубный период имел более благоприятные климатические условия для биопродуктивности, чем раннекатакомбный и современный периоды, что подтверждается данными палинологического анализа, а именно, отмечается резкое сокращение участия пыльцы злаковых растений в палинологических спектрах. В целом, палиноспектр данного временного интервала свидетельствует об увеличении увлажнения по сравнению с условиями, в которых формировались катакомбные почвы, и, возможно, похолодании в срубное время.

Согласно палеоклиматической реконструкции по археологическим памятникам в Нижнем Поволжье в XVI и XII вв. до н.э. складывались благоприятные климатические условия (Демкин и др., 2010). Ранее отмечалось, что на протяжении второй половины III–II тыс. до н.э. произошли существенные эволюционные преобразования почв, обусловленные сменой климатических условий от аридных к более гумидным (Demkin et al., 2010). В степях Нижнего Поволжья было отмечено, что усиление гумидности началось во второй четверти II тыс. до н.э. и продолжалось, вероятно, вплоть до XIII–XII вв. до н.э. (Борисов и др., 2006; Демкин и др., 2004), что безусловно подтверждает вышеизложенные данные. Подтверждение вывода находит отражение и во многих исследованиях в соседних регионах (Моргунова и др., 2009; Хохлова, Хохлов, 2005; Khokhlova et al., 2010; Khokhlova, Kuptsova, 2019; Nesteruk et al., 2021). Археологи в степной зоне отмечают взрывной рост числа курганов срубного времени с обилием детских захоронений, что также говорит о благоприятных для жизни людей климатических условиях этого времени (Моргунова и др., 2009; Моргунова и др., 2010; Моргунова и др., 2014; Купцова, 2014; Купцова, 2014а ).

Таким образом, благодаря совокупному анализу физико-химических, морфологических и палинологических данных погребенных, современных почв и курганных конструкций в нашей работе удалось выделить три этапа смены климатических условий на территории степной зоны Русской Равнины в период бронзового века – два этапа аридизации и один этап гумидизации (рисунок 67).

Ключевой участок, возраст	«Ессентукский I»	«Болдырево IV»	«Бейсузжек IX»	«Шумный»	«Шумный»
	5700-5500 л.н.		4300-4200 л.н.		3500-3000 л.н.
Признак					
Содержание органического углерода					
Содержание углерода карбонатов, потери при прокаливании					
Содержание гипса (CaSO <sub>4</sub> )				-	-
Содержание Na <sup>+</sup> в составе обменных оснований					
Величина магнитной восприимчивости					
Окраска гумусового горизонта					
Количество карбонатных новообразований					
Смена подтипа чернозема	+	-	+	+	+
Зоотурбация					
Растительность	увеличение доли травянистой растительности, остепнение луговых сообществ, появление ксерофитов	-	исчезновение видов мезофильных деревьев, большая доля пыльцы травянистых растений и появление степных видов	Преобладание злаков и разнотравья, максимальная доля пыльцы маревых ( <i>Chenopodiaceae</i> ) и полыни ( <i>Artemisia</i> )	резкое сокращение участия пыльцы злаковых растений
Климат	<b>Аридный</b>				<b>Гумидный</b>

Рисунок 67. Палеоклиматическая реконструкция для степной зоны Восточно-Европейской равнины в разные интервалы бронзового века на основе изучения основных морфологических и физико-химических свойств погребенных и современных почв четырех ключевых участков.

Было изучено 4 хроноинтервала: 2 сравнительно длительных (700-1800 лет) и 2 более коротких ( $\leq 100$  лет). Для коротковременных синхронных интервалов в двух различных регионах (ключевые участки «Ессентукский I» в Ставропольском крае и «Болдырево IV» в Оренбургской области - 5700-5500 л.н.) реконструирована аридизация климата. И благодаря точному археологическому датированию, в том числе, с

использованием  $^{14}\text{C}$ -датирования АМС–методом, полученная реконструкция может быть признана достоверной.

Другая ситуация с курганами Бейсужек IX и Шумный, при датировании которых археологи смогли дать лишь длительные временные интервалы, и реконструкция весьма расплывчата по дате. При этом наш анализ показал, что один из коротковременных интервалов в изученном педохроноряду под курганом Шумный, а именно 4800-4200 л.н., где в последних почвах хроноряда отразилась аридизация климата, укладывается в рамки более длительного интервала с той же направленностью климатических изменений, изученного на примере педохроноряда Бейсужек, а именно 4500-3800 л.н., что позволяет нам сузить интервал для второго упомянутого объекта. Таким образом, можно зафиксировать аридизацию  $\sim$  4300-4200 л.н. на основании изучения обоих упомянутых выше объектов. По многим данным именно в этот период отмечается экологический кризис. При рассмотрении 2000 – и 1000 – летних временных интервалов в цикличности педогенеза на юге Русской равнины (рисунок 68) этот период относится к ксеротермам – эпохе совмещения минимума увлажнения тысячелетнего цикла с нисходящей ветвью 2-х тысячелетнего цикла, все вместе усиливающие эффект аридизации (Песочина, 2014).

Для каждого изученного в нашей работе хроноинтервала, как коротковременного ( $\leq 100$  лет), так и более длительного (700-1800 лет), выделен так называемый базовый набор свойств, который отражает тенденцию изменения климатических условий. В связи с отсутствием смены литологического, геоморфологического, гранулометрического состава изученных почв, можно утверждать, что ведущим фактором смены почвенного покрова и в целом почв являлся климат. Но возникает вопрос, каков временной масштаб изменчивости выбранных свойств черноземов и насколько они достоверны? Различные свойства почв с разной скоростью реагируют на изменения внешних условий. На данный момент в палеопочвоведении пока недостаточно разработана иерархия скоростей изменчивости тех или иных свойств почв при климатических колебаниях (Хохлова, 2006). Благодаря изученным в нашей работе разновременным хронорядам удалось проследить отклик почвенных свойств на смену климатических условий за сравнительно длительные (700-1800 лет) и более короткие ( $\leq 100$  лет) временные интервалы и получить достоверную информацию об эволюции почв и изменениях природной среды в степной зоне Восточно-Европейской равнины.

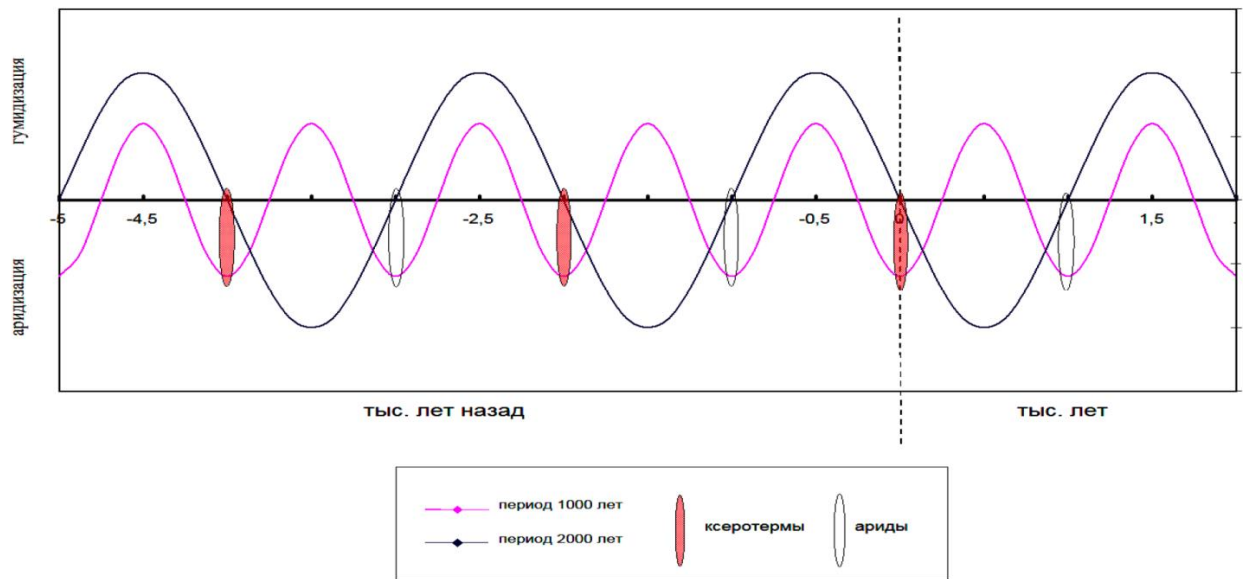


Рисунок 68. Закономерности циклической изменчивости природных условия юга Русской равнины во второй половине голоцена (по Песочинной Л.С., 2014).

Как для длительных, так и для коротковременных педохронорядов набор почвенных свойств для проведения палеоклиматической реконструкции идентичен и включает в себя морфологические и химические показатели гумусного (граница гумусового горизонта и его окраска, содержание углерода органического) и солевого (содержание карбонатов, гипса и облик их аккумуляции в профиле) состояния почв степной зоны, содержание обменных оснований, в частности, Na, величина магнитной восприимчивости, степень проработки почвенного профиля мезофауной. Необходимо понимать, что все свойства изучаемых черноземов в зависимости от направленности их изменений под влиянием сравнительно аридного или гумидного климата, можно условно разделить на «аридные» и «гумидные» (таблица 6).

Для внутривековой эволюции почв, то есть в масштабе времени  $\leq 100$  лет, все перечисленные свойства изменяются в зависимости от смены климата в «аридную» или «гумидную» сторону. Это означает, что при смене климата в степной зоне, например, в аридном направлении, почвы эволюционируют в сторону усиления аридных свойств, а при противоположном направлении смены климата – в сторону усиления гумидных свойств.

Изменения свойств могут быть отчетливыми, фиксируемыми морфологическими, физико-химическими и инструментальными методами исследования, но также могут быть отмечены на уровне тенденций, то есть неотчетливо, едва выражено. Поэтому и

изменения классификационной принадлежности могут быть различными: как на уровне подтипа почв, то есть резкими и заметными, так и незначительными и менее явными. Стоит отметить, что, по нашему мнению, рассмотрение одного или нескольких свойств для палеореконструкций, особенно в коротких временных интервалах, явно недостаточно и не может привести к достоверным выводам.

Таблица 6. Условное разделение свойств изучаемых черноземов степной зоны России

«Аридные» свойства	«Гумидные» свойства
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>дегумификация:</u> -осветление гумусового горизонта, -снижение содержания органического углерода;</li> <li>• <u>засоление и осолонцевание:</u> -уменьшение глубины залегания сегрегированных форм КНО, -увеличение количества и форм КНО, -увеличение содержания карбонатов, -увеличение содержания гипса, -увеличение содержания обменного натрия в ППК;</li> <li>• <u>уменьшение величины магнитной восприимчивости;</u></li> <li>• <u>увеличение признаков биологической активности.</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>гумусоаккумуляция:</u> -темно-серый цвет гумусового горизонта, -увеличение содержания органического углерода;</li> <li>• <u>рассоление:</u> -промывание видимых форм карбонатов вниз по профилю, -снижение содержания карбонатов, -опускание верхней границы вскипания от HCl, -уменьшение содержания гипса;</li> <li>• <u>рассолонцевание (уменьшение содержания обменного натрия в ППК);</u></li> <li>• <u>увеличение величины магнитной восприимчивости.</u></li> </ul>

Для обоснованных и достоверных выводов наиболее логичным и правильным будет использование полного из возможных набора свойств почв и дополнительных, например, палинологических данных. В коротковременном педохроноряду мы можем фиксировать свойства, которые только начали свою трансформацию, но уже имеют направленность. Например, при аридизации климата подтягивание карбонатов вверх по профилю, так же, как и появление гипса в пределах двухметровой толщи профиля черноземов может занять очень короткое время (первые десятки лет). Тогда как опускание карбонатов и вымывание гипсовых аккумуляций из профиля занимает большее количество времени. Но и в том, и в другом случае в коротковременном педохроноряду мы, как минимум, наблюдаем тенденцию к их накоплению/вымыванию в почве. В этом случае (т.е., когда мы имеем дело с коротковременным педохронорядом) лишь при рассмотрении целого набора свойств в совокупности и выявлении общей

тенденции в направленности их изменения можно делать выводы о смене климатических условий.

В случае с более длительной эволюцией (более 500 лет) изменения почвенного профиля более явные и уже на полевом этапе очень хорошо видны. Например, в почвах кургана Шумный при нарастании гумидизации первый полуметр профиля стал бескарбонатным и более темным, поскольку были зафиксированы бóльшие значения содержания органического углерода, чем в более ранних почвах хроноряда и в целом поменялся подтип чернозема. Для таких изменений определенно нужно было большое количество времени, следовательно, гумидизация, которую мы отмечаем, наступила и продолжалась задолго до погребения изучаемой почвы. Так, по данным Песочиной Л.С. (2014) интервал 3500-3000 л.н. отмечается как конец ариды – эпоха совмещения минимума тысячелетнего цикла с восходящей ветвью увлаженности 2-х тысячелетнего цикла, ослабляющие эффект аридизации и начало оптимума – нарастание гумидизации разных циклов (рисунок 68).

Напомним, что наше исследование было направлено на изучение курганов как целостной системы «курганные конструкции - почвы» для различных археологических культур и длительностей хроноинтервалов по единой методике. То есть, для получения более достоверных выводов об изменениях природной среды в изучаемых интервалах второй половины голоцена нами были привлечены данные не только для палеопочв, но и материалов курганных конструкций, которые строились преимущественно из этих палеопочв. А поскольку, учитывая значительные размеры изученных курганов, почвенный материал собирался с обширной площади вблизи них, это делает более правдоподобными и обоснованными выводы об изменении климата на основе изучения свойств погребенных под курганом почв. Очень важно, что, как было показано в нашей работе, направленность изменчивости свойств почв в изученных хронорядах совпадает с таковой для материалов курганных конструкций, с учетом горизонтов, из которых был взят материал для их строительства. Это означает, что изменчивость свойств материалов в составе разновременных курганных конструкций также подтверждает выводы об изменении климата, полученные на основе изучения свойств погребенных под этими же конструкциями почв. Можно заключить, что материалы курганных конструкций являются дополнительным независимым источником почвенной информации, генерализированной для сравнительно обширной (по сравнению с площадью, занятой

собственно курганом) местности вокруг кургана. Значительный объем использованного для строительства курганных конструкций почвенного материала позволил сохранить его основные физико-химические свойства неизменными, несмотря на то что при сооружении использовались сложные технологии, нарушившие нативное строение почвы (интенсивное механическое воздействие), и в конструкции строителями был добавлен разнородный антропогенный материал.

Таблица 7. Основные методы и приемы, используемые при строительстве курганов бронзового века в степной зоне России

Объект, возраст	Культура	Метод	Приемы
<b>Ессентукский I</b> <b>5700 – 5500 л.н.</b>	Майкопская	чередование слоев разной плотности	-замес -трамбовка -включение антропогенного материала (щебень, галька, навоз, растительность и др.) -использование воды -использование речного ила -использование карбонатов и гипса
<b>Болдырево IV</b> <b>5500 - 5400 л.н.</b>	Ямная	грубый замес и трамбовка	
<b>Бейсужек IX</b> <b>4500 – 3800 л.н.</b>	Катакомбная и новотиторовская	метод ленточного глинобита	
<b>Шумный</b> <b>4800– 4200 л.н. (1)</b> <b>3500– 3000 л.н. (2)</b>	Катакомбная Срубная	замешивание и трамбовка	

На основании изучения курганных конструкций четырех больших курганов, можно констатировать, что создание больших курганов представляло собой сложный инженерно-строительный процесс, результатом которого являлось сооружение земляного архитектурного памятника, а не просто насыпание холма земли над могилой умершего человека. Ранее показано, что курганы позднего бронзового века строились из высушенных на солнце земляных блоков (Khokhlova and Nagler, 2020). Считается, что традиции курганного строительства зародились на юге Восточной Европы и Предкавказья во второй половине V тыс. до н.э., что соответствует периоду протоямной (до раннеямной) культуры (Кореневский, 2012).

Благодаря комплексному анализу курганных конструкций можно убедиться в том, что с самого начала строительства больших курганов, древние люди не просто нагромождали земляные материалы в хаотичном порядке, а всегда использовали

конкретные планы строительства, навыки и технологии, доступные на тот момент. В данной работе на примере четырех крупных курганов разных археологических культур бронзового века были выделены основные методы их строительства и используемые приемы (таблица 7).



## ВЫВОДЫ

Палеопочвенные исследования в степной зоне Восточно-Европейской равнины доказывают, что изменение климата является одним из определяющих факторов эволюции почв в голоцене. На основе изучения свойств фоновых и погребенных почв и материалов конструкций изученных курганов бронзового века можно сделать следующие выводы:

1. Анализ свойств почв сравнительно длительных (700-1800 лет) и более коротких ( $\leq 100$  лет) разновременных хронорядов, погребенных под курганами, выявил их значительную изменчивость и позволил установить, что степные районы Восточно-Европейской равнины во второй половине голоцена были подвержены ритмическим колебаниям климата с чередующимися более засушливыми и более влажными стадиями в различные периоды времени.
2. Было выявлено 2 этапа аридизации и 1 этап гумидизации: в атлантический период голоцена (AT-3) - 5700-5500 л.н. для степной зоны Восточно-Европейской равнины и в суббореальный период (SB-1) - 4300-4200 л.н. для Кубано-Приазовской низменности и Закубанской равнины; в суббореальный период (SB-3) - 3500-3000 л.н. для Закубанской равнины, соответственно.
3. На этапе аридизации климата в черноземах происходит осветление гумусового горизонта, перемещение карбонатов вверх по профилю и уменьшение глубины максимального их содержания, снижается процентное содержание органического углерода и магнитной восприимчивости, увеличиваются содержание карбонатов и гипса, доля обменного натрия в составе обменных оснований; увеличивается процент степных видов растений в лугово-степных сообществах. При гумидизации климата отмечается противоположная смена характеристик.
4. Анализ материалов курганных конструкций и погребенных под ними почв четырех крупных курганов степной зоны России показал, что их свойства менялись однонаправлено, поскольку курганы сооружались из местных почв с небольшим добавлением антропогенного материала.
5. Установлены различия в технике строительства изученных курганов: метод ленточного глинобита, чередование грунтов разной плотности, грубый замес. Выявлены

основные строительные приемы, использованные для возведения курганов: замес и трамбовка, включение антропогенных добавок, использование речного ила, карбонатов и гипса в качестве агентов для укрепления земляных конструкций и обеспечение их сохранности на долгое время.

б. Крупные курганные сооружения необходимо изучать как единую систему «курганные конструкции - почвы», что существенно увеличивает достоверность и обоснованность получаемых выводов, поскольку материал для сооружения курганов собирался с большой площади вблизи кургана и является дополнительным независимым источником информации об изменчивости свойств почв, генерализированной для сравнительно обширной местности вокруг кургана.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

**л.н.** – лет назад;

**тыс. до н.э.** - тысячелетие до нашей эры;

**ЦМП** - Циркумпонтийская металлургическая провинция;

**КК** – курганная конструкция;

**КУ** – ключевой участок;

**НСI** – соляная кислота;

**НПТ** – надпойменная терраса;

**ООО** – общество с ограниченной ответственностью;

**КМ** – курганный могильник;

**C<sub>орг</sub>** – органический углерод;

**C<sub>карб</sub>** – углерод карбонатов;

**ППП (LOI)** – потери при прокаливании;

**МВ (MS, УМВ)** – (удельная) магнитная восприимчивость;

**ЦКП ИФХиБПП РАН** – Центр коллективного пользования Института физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук;

**ТДМ** - тонкодисперсная масса (при микроморфологических наблюдениях);

**КНО** – карбонатные новообразования;

**СИ** – международная система единиц;

**ОКК** – окарбоначенные корневые клетки;

**RPL** – фото при микроморфологическом анализе снято без анализатора;

**XPL** – то же, но с анализатором;

**буква «п»** в номере разреза указывает, что почва погребенная;

**буква «ф»** в номере разреза указывает, что почва фоновая/современная;

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александровский А.Л. Изменения почв и природной среды на юге России в голоцене // OPUS: Междисциплинарные исследования в археологии. – 2002. – № 1–2. – С. 109–119.
2. Александровский А.Л. Скорость почвообразовательных процессов в основных моделях педогенеза // Почвы – национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов: В 2-х кн. Материалы симпозиумов: VII. Палеопочвоведение и эволюция почв. Новосибирск: Наука-Центр. – 2004. – Кн.1. – С. 227-229.
3. Александровский А.Л., Белинский А.Б., Калмыков А.А., Корненевский С.Н., Ван дер Плихт Й. Погребенные почвы Большого Ипатьевского кургана и их значение для реконструкции палеоклимата // Материалы по изучению историко-культурного наследия Северного Кавказа. Археология, антропология, палеоклиматология. – 2001. – Вып. 2. – С. 131–143.
4. Александровский А.Л., Хохлова О.С., Седов С.Н. Большой Ипатьевский курган глазами почвоведов // Российская археология. – 2004. – №2. – С.61-70.
5. Александровский А.Л., Чендев Ю.Г., Трубицын М.А. Палеопочвенные индикаторы изменчивости экологических условий центральной лесостепи в позднем голоцене // Известия РАН. Сер. географическая. – 2011. – № 6. – С. 87–99.
6. Александровский А. Л. Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене. — М.: Наука, 1983. — 150 с.
7. Александровский А. Л. Эволюция лесных почв Центрального региона. Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв. Отв. Ред. Иванов И. В., Кудеяров В. Н. — М.: ГЕОС, 2015 – С. 388–400.
8. Александровский А.Л. Климатическая эволюция почв великих равнин северного полушария в голоцене / А.Л. Александровский, Ю.Г. Чендев // Изменение климата, почвы и окружающая среда: материалы междунар. науч. семинара, Белгород, 16-19 сент. 2009 г. / Белгор. гос. ун-т и др.; отв. ред. Ю.Г. Чендев. – Белгород, 2009. – С. 37-43.

9. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. - М.: Наука, 2005. – 223 с.
10. Алексеев А.О., Калинин П.И., Алексеева Т.В. Почвенные индикаторы параметров палеоэкологических условий на юге Восточно-Европейской равнины в четвертичное время // Почвоведение. – 2019. – № 4. – С. 389–399.
11. Андрушук В.Л. Геология. Северный Кавказ. Ч. 1. Геологическое описание. – М.: Недра, 1968 – 760 с.
12. Антонова З.П., Скалабян Л. Г., Сучилкина Л. Г. Определение содержания в почвах гумуса // Почвоведение. 1984. – № 11. – С. 130-133.
13. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 488 с.
14. Археология Волго-Уралья. В 7 т. Т. 2. Энеолит и бронзовый век / Институт археологии им. А.Х. Халикова АН РТ; под общ. ред. А.Г. Ситдикова; отв. ред. А.А. Чижевский. – Казань: Изд-во АН РТ, 2021. – 728 с.
15. Ахтырцев Б.П., Ахтырцев А.Б. Палеочерноземы Среднерусской лесостепи в позднем голоцене // Почвоведение. – 1994. – №5. – С. 14-24.
16. Ахтырцев, Б.П., Ахтырцев А. Б. Лугово-черноземные палеопочвы эпохи бронзы Окско-Донской лесостепи // Почвоведение. – 1990. – № 7. — С. 26–38.
17. Баженов А.И., Сафарова Л.Р., Якимов А.С., Таиров А.Д. «Кирпич-цемент» – универсальная система для строительства курганов // Этнические взаимодействия на Южном Урале: сб. науч. тр. / отв. ред.: А.Д. Таиров, Н.О. Иванова. - Челябинск: Рифей, 2013. – С. 251-257.
18. Башенина Н. В. Происхождение рельефа Южного Урала. – М.: Географгиз, 1948. – 232 с.
19. Борисов А.В., Демкина Т.С., Демкин В.А. Палеопочвы и климат Ергеней в эпоху бронзы (IV–II тыс. до н.э.). – М.: Наука, 2006. – 210 с.
20. Вадюнина А.Ф., Бабанин В.Ф. Магнитная восприимчивость некоторых почв СССР // Почвоведение. – 1972. – № 10. – С. 56–66.
21. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

22. Вальков В.Ф., Штомпель Ю.А., Трибулин И.Т., Котляров Н.С., Соляник Г.М. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана. Ростов-на-Дону. – Издательство: СКНЦ ВШ, 1995. – 192с.
23. Величко А.А., Зеликсон Э.М., Морозова Т.Д., Нечаев В.П., Порожнякова О.М., Чичагова О.А. Палеогеографические условия атлантического периода голоцена центра Русской равнины // Доклады РАН. – 1997. – т. 355. – С. 540-543.
24. Величко А.А., Морозова Т.Д. Эволюция почвообразования в плейстоцене // Многоликая география. Развитие идей Иннокентия Петровича Герасимова (к 100-летию со дня рождения). – М.: КМК, 2005. – С. 65–75.
25. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
26. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. – М.: изд-во Московского ун-та, 1998. – 272 с.
27. Габуев Т.А., Хохлова О.С. Дробная датировка курганов могильника Брут 1 (Северная Осетия) // Российская археология. – 2012. – № 4. – С. 16–25.
28. Гей А.Н. Новотиторовская культура. – М.: Изд-во “Старый сад”, 2000. – 224 с.
29. Геннадиев А.Н. Изменчивость во времени свойств черноземов и эволюция природной среды (Ставропольская возвышенность) // Вестник МГУ. Сер.5. География. – 1984. – №5. – С. 10-16.
30. Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 232 с.
31. Географический атлас Оренбургской области. // Ред. А.А. Чибилев. – М.: Изд-во ДИК, 1999. – 96с.
32. Герасименко Н.П. Еволюція природних умов Донеччини у голоцені // Український географічний журнал. – 1994. – №4. – С. 31-35.
33. Герасимов И.П. Система фундаментальных генетических понятий, которую следует включить в содержание современного докучаевского почвоведения (к 100-летию «Русского чернозема») // Известия АН СССР. Сер. геогр. – 1983. – №4. – С.5-16.
34. Герасимова М.И., Ковда И.В., Лебедева М.П., Турсина Т.В. Микроморфологические термины как отражение современного состояния исследований микростроения почв // Почвоведение. – 2011. – № 7. – С. 804–817

35. Голеусов П.В., Лисецкий Ф.Н., 2009. Воспроизводство почв в антропогенно нарушенных ландшафтах лесостепи. – М.: ГЕОС, – 232 с.
36. Гольева А.А., Хохлова О.С. Реконструкция этапов создания Большого Синташтинского кургана (Челябинская область) на основе палеогеографических данных // Известия РАН. Серия географическая. – 2010. – № 6. – С. 67-76.
37. Грязнов М.П. Курган как архитектурный памятник. // Тезисы докладов на заседаниях, посвящённых итогам полевых исследований в 1961 г. – М.: – 1961.
38. Губин С.В. Диагенез почв зоны сухих степей, погребенных под искусственными насыпями // Почвоведение. – 1984. – № 6. – С. 5-13.
39. Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении истории природы и общества. - Пушкино.: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. – 213 с.
40. Демкин В.А., Борисов А.В., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Золотарева Б.Н., Каширская Н.Н., Удальцов С.Н., Ельцов М.В. Волго-Донские степи в древности и средневековье. – Пушкино: SYNCHROBOOK, 2010. – 120 с.
41. Демкин В.А., Демкина Т.С. Археологическое почвоведение на пороге третьего тысячелетия // Проблемы эволюции почв. Пушкино. – 2003. – С. 29–34.
42. Демкин В.А., Демкина Т.С., Борисова М.А., Шишлина Н.И. Палеопочвы и природная среда Южных Ергеней в конце IV-III тыс. до н. э. // Почвоведение. – 2002. – №6. – С. 645-653.
43. Демкин В.А., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Золотарева Б.Н., Ельцов М.В., Каширская Н.Н., Удальцов С.Н. Почвенный покров и ландшафты юго-востока Русской равнины в эпоху среднеголоценового палеоэкологического кризиса (конец III – начало II тыс. до н.э.) // Структурно-динамические особенности, современное состояние и проблемы оптимизации ландшафтов. Материалы пятой международной конференции, посвященной 95-летию со дня рождения Ф.Н. Милькова. Под общей редакцией Михно В.Б., 2013. – С. 131-134.
44. Демкин В.А., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Каширская Н.Н. Почвенный покров южнорусских степей в эпохи голоценовых палеоэкологических кризисов и оптимумов // Отражение био-, гео-, антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове. Сб. мат-лов IV Всерос. науч. конф. 1–5 сентября 2010 г. Томск. – 2010. – Т. 1. – С. 71–74.

45. Демкин В.А., Ельцов М.В., Алексеев А.О., Алексеева Т.В., Демкина Т.С., Борисов А.В. Развитие почв Нижнего Поволжья за историческое время // Почвоведение. – 2004. – № 12. – С. 1486–1497.
46. Демкин В.А., Ельцов М.В., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э. Палеопочвы археологических памятников степной зоны как индикаторы развития природной среды в голоцене // Вестник ТГУ. – 2013. – т.18. – вып.3. – С. 966-970.
47. Демкина Т.С., Борисов А.В., Демкин В.А. Палеопочвы и природная среда северных Ергеней в эпохи энеолита и бронзы (IV–II тыс. до н. э.) // Почвоведение. – 2003. – № 6. – С. 655–669.
48. Дергачева М. И. Разные подходы к диагностике и реконструкции природной среды по признакам педогенеза / М. И. Дергачева, И. Н. Феденева // Современные проблемы почвоведения в Сибири : Материалы Международной научной конференции, посвященной 70-летию образования кафедры почвоведения в Томском государственном университете, Томск, 01–05 сентября 2000 года / Ответственный редактор: Гаджиев И.М.. Том 1. – Томск: Томский государственный университет, 2000. – С. 163-166.
49. Дергачева М.И. Экологические функции системы гумусовых веществ // Вестник Томского государственного университета. – 2003. – № 8. – С.61–67.
50. Дронов В.П., Ром В.Я. География России. 2007. - М.: Дрофа. – 320 с.
51. Заварзина Д.Г., Алексеев А.О., Алексеева Т.В. Роль железоредуцирующих бактерий в формировании магнитных свойств степных почв // Почвоведение. – 2003. – № 10. – С. 1218-1227.
52. Зданович Г.Б., Иванов И.В., Хабдулина М.К. Опыт использования в археологии естественных методов исследования (курганы Кара-оба и Обалы в Северном Казахстане) // Советская археология. – 1984. – № 4. – С. 35-48.
53. Иванов И.В. Почвоведение и археология // Почвоведение. – 1978. – №10. – С.17-28.
54. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. – М.: Наука, 1992. – 144 с.
55. Иванов И.В., Александровский А.Л. Методы изучения эволюции почв // Почвоведение. – 1987. – №1. – С.112-121.



56. Иванов И.В., Васильев И.Б. Человек, природа и почвы Рын-песков Волго-Уральского междуречья в голоцене. – М.: Интеллект, 1995. – 964 с.
57. Иванов И.В., Александровский А. Л., Макеев А. О. и др. Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв. — Издательство ГЕОС Москва, 2015. — 925 с.
58. Киселев С.В. Бронзовый век // История СССР. С древнейших времен до наших дней. 1966. Т.1. – М., – 130 с.
59. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
60. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 223 с.
61. Ковалева Н. О., Ковалев И. В. Почвенные биомаркеры. — МАКС Пресс Москва, 2020. — 192 с.
62. Колесниченко К.Б. Отчет об археологических раскопках на территории Предгорного района Ставропольского края в 2015 году. Курганный могильник “Винсады-5”. Открытый лист № 783 // Архив ИА РАН. Раздел I. На 01.12.2019 номер не присвоен.
63. Колесниченко К.Б. Отчет об археологических раскопках на территории Предгорного района Ставропольского края в 2015 году. Курганный могильник “Винсады-5”. Открытый лист № 783 // Архив ИА РАН. Раздел I. На 01.12.2019 номер не присвоен.
64. Колода В. В. Тюркская руническая надпись из лесостепной Хазарии // Поволжская археология. – 2014. – № 3 – С. 180–193.
65. Колодина О.А. География Оренбургской области. Учебное пособие. – Оренбург: Изд-во Орлит-А, 2006. – 144 с.
66. Корневский С. Н. Древнейшие земледельцы и скотоводы Предкавказья: майкопско-новосвобод-ненская общность: проблемы внутренней типологии / РАН. Ин-т археологии. - М.: Наука, 2004. – С. 106-113.
67. Корневский С.Н. Общее представление о климатических переменах в равнинном Предкавказье в эпоху начала медно-бронзового века второй половины V–IV тыс до н. э. // Археология и естественные науки в изучении культурного слоя объектов археологического наследия. Мат-лы междисциплинар. научн. конф. 2018 – М.: Товарищество научных изданий КМК. – С. 89–91.

68. Корневский С.Н. Рождение кургана. 2012. – М.: Таус. – 246 с.
69. Кременецкий К.В. Природная обстановка голоцена на Нижнем Дону и в Калмыкии // Степь и Кавказ. Тр. Государственного Исторического музея. Вып. 97. – М., 1997. – С. 30-45.
70. Криштофич А.Н., 1914 Исследованные почвы под курганами в Харьковской губернии // Почвоведение. – 1914. – №1-2.
71. Крупенников И.А. История почвоведения (от времени его зарождения до наших дней). – М.: Наука, 1981. – 204 с.
72. Купцова Л.В., Моргунова Н.Л., Салугина Н.П., Хохлова О.С. Периодизация срубной культуры Западного Оренбуржья по археологическим и естественно-научным данным // Археология, этнография и антропология Евразии. –2018. —№ 1. – Том 46. – С. 100-107. DOI: 10.17746/1563-0102.2018.46.1.
73. Купцова Л.В. К вопросу о каменных конструкциях в погребальном обряде раннесрубной культуры Западного Оренбуржья на примере Боголюбовского курганного могильника / Л.В. Купцова // Процесс культурогенеза начальной поры позднего бронзового века Волго-Уральского региона (вопросы хронологии, периодизации, историографии): материалы международной научной конференции. 12-14 мая 2014 года. – Самара: ПГСГА, 2014. – С. 65–74.
74. Купцова Л.В. Погребальные памятники срубной культуры Западного Оренбуржья с применением камня: специфика, культурные связи, периодизация и радиоуглеродная хронология // Археологические памятники Оренбуржья. – Оренбург: ООО «ИПК Университет», 2014а. – Вып.11. – С. 177–195.
75. Курбанова Ф.Г. Почвы археологических памятников как индикаторы динамики природной среды центра Русской равнины во второй половине голоцена. Дис. ... канд. биолог. наук. М., 2021. 212 с.
76. Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А., Сулержицкий Л.Д. Геолого-палеоэкологические события севера аридной зоны в последние 10 тыс. лет // Проблемы древней истории Северного Прикаспия. – Самара, 1998. – С. 40–65.
77. Лисецкий Ф. Н., Мацибора А. В., Пичура В. И. Реконструкция палеоклиматических условий второй половины голоцена по результатам изучения погребенных и пойменных почв на юге Восточно-Европейской равнины // Международный журнал экологических проблем. – 2016. – Т. 4, — С. 131–148.

78. Лисецкий Ф.Н., Голесов П.В. Почвенно-хронологические исследования археологических памятников Таманского полуострова // *Донская археология*. – 2002. – №3-4. С. 102-112.
79. Лотышев И.П. География Краснодарского края. – Краснодар, 2000. – 135 с.
80. Лычагин А.В. Отчет о раскопках памятников археологии на Кавказских Минеральных Водах, проведенных в 2014 году ГУП “Наследие”. Курган Винсадский 2, курганные могильники Винсады-4, Скачки-3 // *Архив ИА РАН*. Раздел I. На 01.12.2019 номер не присвоен.
81. Маркова А.К., Симакова А.Н., Пузаченко А.Ю. Экосистемы Восточной Европы в эпоху оптимума атлантического потепления голоцена по флористическим и териологическим данным // *ДАН*. – 2003. – Т. 391. – № 4. – С. 545–549.
82. Мерперт Н.Я. Древнейшие скотоводы Волжско-Уральского междуречья. – Москва: Наука, 1974. – 173 с.
83. Монин А.С., Шишков А.Ю. История климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 406с.
84. Моргунова Н.Л., Файзуллин А.А., Четкина О.Ю., Медникова М.Б. Биоархеология детства в ямной культуре по материалам кургана 1 могильника Болдырево-4 в Южном Приуралье // *«Археология, этнография и антропология Евразии»*. – 2022. – Том 50. – № 2. – С. 49 - 59. doi:10.17746/1563-0102.2022.50.2.049-059.
85. Моргунова Н.Л., Гольева А.А., Дегтярева А.Д., Евгеньев А.А., Купцова Л.В., Салугина Н.П., Хохлова О.С., Хохлов А.А. Скворцовский курганный могильник. – Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2010. – 160 с.
86. Моргунова Н.Л., Гольева А.А., Евгеньев А.А., Китов Е.П., Купцова Л.В., Салугина Н.П., Хохлова О.С., Хохлов А.А. Лабазовский курганный могильник срубной культуры. – Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2009. – 98 с.
87. Моргунова, Н.Л., Гольева, А.А., Евгеньев, А.А., Крюкова, Е.А., Купцова, Л.В., Рослякова, Н.В., Салугина, Н.П., Турецкий, М.А., Хохлов, А.А., Хохлова, О.С. Боголюбовский курганный могильник срубной культуры в Оренбургской области / Н.Л. Моргунова, А.А. Гольева, А.А. Евгеньев, Е.А. Крюкова, Л.В. Купцова, Н.В. Рослякова, Н.П. Салугина, М.А. Турецкий, А.А. Хохлов, О.С. Хохлова. – Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2014. – 172 с.

88. Наглер А.О. Курганы Большой степи как архитектурные сооружения // Наука из первых рук. – 2015. – Т 64. – № 4. – С. 70-85.
89. Невидомская Д. Г., Ильина Л. П. Почвенные исследования археологических памятников бронзового века в различных типоморфных ландшафтах Нижнего Дона // Вестник Южного научного центра РАН. – 2009. Том 5. – № 2. – С. 73–83.
90. Новенко, Е. Ю., Руденко О. В., Волкова Е. М., Зюганова И. С. Динамика растительности национального парка «Орловское полесье» в позднем голоцене // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки». – 2014. – № 3 (59). — С. 302–310.
91. Песочина Л.С. Ритмичность процессов педогенеза и увлаженности климата в степях Приазовья во второй половине голоцена // Геополитика и экогеодинамика регионов. Симферополь. – 2014. – Т 10. – Вып. 1. – С. 810–817.
92. Плеханова Л.Н. Результаты палеопочвенных работ на центральной бровке Большого Синташтинского кургана / Л. Н. Плеханова // Геоархеология и археологическая минералогия. – 2018. – Т. 5. – С. 54-60.
93. Плеханова Л.Н., Демкин В.А., Манахов Д.В. Палеопочвенные исследования курганов эпох бронзы и раннего железа (II тыс. до н.э. – I тыс. н.э.) в степном Зауралье // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. — 2005. — № 4. — С. 3–10.
94. Погорелов А.В., Шевела С.Ю. Высота местности как фактор структуры лесной растительности // Геология, география и глобальная энергия. - 2013. - № 1. - С. 189-199.
95. Русскин Г. А., Никитин И. И., Руденко Л. В. Водные ресурсы степного Оренбуржья и проблемы их восполнения // Водные ресурсы, их использование и охрана. – Горький, 1985. – С. 49-56.
96. Русскин Г.А. География Оренбургской области (Природные условия и природные ресурсы). 2003. – Оренбург, ОИПКРО. – 163 с.
97. Савельева В. В., Магомедов К. А. География Ставропольского края. 1987. — Ставропольское книжное издательство. — 34 с.
98. Савельева В.В., Шальнева В.А. Физическая география Ставропольского края. – Ставрополь: Изд-во Ставроп. краев. ин-та повышения квалификации работников образования, 1996. – 219 с.

99. Самсонов В.Т. Агроклиматический справочник по Ставропольскому краю / СевКав. упр. Гидрометслужбы – Ставрополь, 1958. – 234 с.
100. Серебрянная Т.А. Взаимоотношения леса и степи на Среднерусской возвышенности в голоцене // История биогеоценозов СССР в голоцене. – М.: Наука, 1976. – С. 159-166.
101. Слюсарев В. Н., Швец Т. В., Осипов А. В. Почвы Краснодарского края. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 260 с.
102. Смирнова Л.Г., Чендев Ю.Г., Кухарук Н.С., Нарожняя А.Г., Кухарук С.А., Смирнов Г.В. Изменение почвенного покрова в связи с короткопериодическими климатическими колебаниями // Почвоведение. – 2019. – № 7. – С. 773–780.  
<https://doi.org/10.1134/S0032180X19070116>
103. Спиридонова Е. А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене–голоцене. — М.: Наука, 1991. — 221 с.
104. Спиридонова Е. А., Алешинская А. С. Периодизация неолита-энеолита Европейской России по данным палинологического анализа // Российская археология. – 1999. – № 1. — С. 23–33.
105. Стороженко С.А. – Ставрополь: Крайиздат, 1951. – 116 с.
106. Суслов О. Н. Степные реки Краснодарского края. – Краснодар, Куб ГАУ, 2015. – 256 с.
107. Сычева С. А. Малый климатический оптимум голоцена и малый ледниковый период в памяти почв и отложений пойм рек Русской равнины // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2011. – № 1. — С. 79–93.
108. Таргульян В.О., Бронникова М.А. Память почв: теоретические основы концепции, современное состояние и перспективы развития // Почвоведение. – 2019, – № 3. – С. 259-275.
109. Таргульян В. О. Память почв: формирование, носители, пространственно-временное разнообразие // Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий / Отв. ред. В. О. Таргульян, С. В. Горячкин. — М.: Изд-во ЛКИ, 2008. — С. 25–57.
110. Таргульян, В. О. Элементарные почвообразовательные процессы // Почвоведение. – 2005. – № 12. — С. 1413–1422.

111. Тильба А.П. Растительность Краснодарского края. – Краснодар: Изд-во Кубанского государственного ун-та, 1981. – 84 с.
112. Трегуб Т.Ф. К вопросу корреляции палеогеографических событий неоплейстоцена верхнего дона, Среднерусской возвышенности, Беларуси и Центральной Европы // Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Геология. – 2012. – № 1. – С. 51–57.
113. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. – М.: Наука, 1977. – 200 с.
114. Хохлова О.С. Карбонатное состояние степных почв как индикатор и память их пространственно-временной изменчивости. Дис. ... докт. геогр. наук. М., 2008. 329 с.
115. Хохлова О. С., Хохлов А. А. Палеопочвенные исследования курганного могильника Мустаево V в Новосергиевском районе Оренбургской области // Археологические памятники Оренбуржья. Выпуск 7. – Оренбург: ОГПУ, 2005. – С. 50—60.
116. Хохлова О. С. Палеоклиматические реконструкции для III-его тыс. до н.э. по данным палеопочвенного изучения курганов ямной культуры в Оренбургском Предуралье // Вестник ОГУ. — 2007. — № 10. — С. 110–117.
117. Хохлова О.С., Наглер А.О. Курган Марфа в Ставропольском крае – пример древнего архитектурного сооружения // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2020. – Т 48. – № 2. – С. 38-48. DOI: 10.17746/1563-0102.2020.48.2.038-048.
118. Хохлова О.С., Папкина А.Э., Хохлов А.А., Пузанова Т.А., Курбанова Ф.Г. Палеопочвенные исследования курганного могильника Красиковский I в Оренбургской области // Археологические памятники Оренбуржья. Сб. научн. тр. – Оренбург, 2019. – С. 49–59.
119. Хохлова О.С., Хохлов А.А., Гольева А.А., Зданович Г.Б., Малютина Т.С. Естественнонаучные исследования Большого Синташтинского кургана в Челябинской области // Вестник ОГУ. – 2008. № 10 (92). – С. 150–156.
120. Хохлова О.С., Хохлов А.А., Наглер А.О. Изучение конструкции курганных сооружений методами почвоведения (на примере кургана Марфа в Ставропольском крае) // Мультидисциплинарные методы в археологии. Новейшие итоги и перспективы. – Новосибирск: изд-во ИАЭТ СО РАН, 2017. – С. 358-367.
121. Хохлова О.С., Хохлов А.А., Олейник С.А., Габуев Т.А., Малашев В.Ю. Особенности палеопочв курганных могильников, вовлеченных в интенсивное

землепользование (на примере курганов ранних алан на Северном Кавказе // Почвоведение. – 2007. – №10. – С. 1179-1189.

122. Хохлова О.С., Хохлов А.А., Чичагова О.А., Кузнецова А.М., Олейник С.А. Трансформация карбонатных новообразований палеопочв Северного Кавказа, погребенных под курганами // Почвоведение. – 2008. – №9. – С. 923-936.

123. Хохлова О. С., Дюжова К. В., Гольева А. А. и др. Климат и растительность античного Танаиса (III в. до н.э.– V в. н.э.) по данным палеопочвенного и палеоботанического анализа // Известия Российской академии наук. Серия географическая. — 2018. — № 5. — С. 54–68.

124. Хохлова О.С. Моргунова Н.Л., Гольева А.А. Природно-климатические условия в V-III тыс. до н.э. в Оренбуржье по данным междисциплинарных геоархеологических исследований // Феномены культур раннего бронзового века степной и лесостепной полосы Евразии: пути культурного взаимодействия в V–III тыс. до н.э. – ОГПУ, Оренбург, 2019. – С. 102–112.

125. Гольева А.А., Хохлова О.С. Реконструкция этапов создания Большого Синташтинского кургана (Челябинская область) на основе палеогеографических данных // Известия РАН. Серия географическая. – 2010. – № 6. – С. 67-76.

126. Хохлова О.С., Хохлов А.А. Исследование палеопочв монокультурного курганного могильника Филлиповка I в Оренбургской области // Проблемы древнего земледелия и эволюции почв в лесных и степных ландшафтах Европы. – Белгород: Изд-во Белгород. гос. ун-та, 2006. – С. 122-124.

127. Чендев Ю.Г., Ершова Е.Г., Александровский А.Л., Хохлова О.С., Русаков А.В., Пономаренко Е.В., Шаповалов А.С. Палеоботанические и палеопочвенные индикаторы эволюции лесостепного ландшафта во второй половине голоцена: Белгородская область // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. Мат-лы V Междунар. науч. конф. – М.– Белгород: Константа, 2013. – С. 201–210.

128. Чендев Ю. Г. Естественная и антропогенная эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене // Дис... доктора географических наук. Москва, д-ра геогр. наук: 25.00.23 / Чендев Юрий Георгиевич. — 2005. — 303 с.

129. Чендев Ю. Г. Естественная эволюция почв Центральной лесостепи в голоцене. — Белгород: Изд-во Белгород. гос. ун-та, 2004. — 201 с.

130. Чендев Ю. Г. Природная эволюция лесостепных почв юго-запада Среднерусской возвышенности в голоцене // Почвоведение. – 1999. – № 5. — С. 549–560.
131. Чендев Ю. Г., Ершова Е. Г., Александровский А. Л., Гольева А. А., Хохлова О. С., Пономаренко Е. В., Русаков А. В., Шаповалов А. С. Почвенные и ботанические записи изменения природной среды Ямской степи в голоцене // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2016. – № 2. — С. 75–89.
132. Чендев Ю. Г., Петин А. Н., Березуцкий В. Д., Долгих А. В., Белеванцев В. Г., Дунин Д. И. Голоценовые сигналы гумидизации климата в профилях разновозрастных черноземов центра Восточной Европы // Известия вузов. Северо-Кавказский район. Естественные науки. – 2016. – № 5. — С. 100–109.
133. Чибилев А.А. Природа Оренбургской области. Часть I. Физико-географический и историко-географический очерк. Оренбургский филиал Русского географического общества. – Оренбург, 1995. – 128 с.
134. Чибилев А.А. Природное наследие Оренбургской области. – Оренбург: Оренбургское книжное издательство, 1996. – 384 с.
135. Чибилёв А.А., Мусихин Г.Д., Петрищев В.П., Павлейчик В.М., Сивохиц Ж.Т. Геологические памятники природы Оренбургской области // Оренбург, 2000. – 400 с.
136. Шитов и др., Шитов Л.Л., Комаров Н.В., Родин А.З. Почвенный покров и земельные ресурсы Российской Федерации. – М., 2001, – 398 с.
137. Шишлина Н.И. Северо-западный Прикаспий в эпоху бронзы (V-III тыс. до н.э.) // Труды Государственного исторического музея. – 2007. – № 165. – 400 с.
138. Шпуль В. Г., Нестерова Е. В. Палинологическая характеристика отложений высокой поймы окрестностей с. Костенки бассейна Верхнего Дона // Воронежское краеведение: Опыт и проблемы. Материалы 2 Воронеж. обл. краевед. науч.-практ. конф. Воронеж, 21–22 апреля 1990. — Воронеж, 1991. — С. 134–140.
139. Юминов А.М., Зданович Г.Б., Зданович Д.Г. Минералогия и физические свойства грунтовых блоков Большого Синташтинского кургана (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия. – 2017. – Т 4. – С. 87-92.
140. Юстус А.А., Хохлова О.С., Мешалкина Ю.Л. Выявление направленной изменчивости во времени палеопочв короткого хроноряда при значительном



варьировании фоновых почв // Вестник МГУ, Сер. 17. Почвоведение. – 2009. – №4. – С. 12-16.

141. Alekseeva T., Alekseev A., Maher B. A., Demkin V. Late holocene climate reconstructions for the russian steppe, based on mineralogical and magnetic properties of buried palaeosols // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. — 2007. — Vol. 249. — P. 103–127.

142. Alexandrovskiy A.L., Van der Plicht J., Khokhlova O.S. Abrupt Climatic Change in the Dry Steppe of the Northern Caucasus, Russia, in the Third Millennium BC // *Geolines*. – 2000. – V. 11. – P. 64–66.

143. Altermann M., Rinklebe J., Merbach I., Körschens M., Langer U., Hofmann B., 2005. Chernozem — soil of the year 2005. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168, 725–740.

144. Arnaud M., Baird A.J., Morris P.J. et al. EnRoot: a narrow-diameter, inexpensive and partially 3D-printable minirhizotron for imaging fine root production. *Plant Methods* 15, 101 (2019). <https://doi.org/10.1186/s13007-019-0489-6>.

145. Balsam William, Ji Junfeng, Chen, Jun. (2004). Climatic interpretation of the Luochuan and Lingtai loess sections, China, based on changing iron oxide mineralogy and magnetic susceptibility. *Earth and Planetary Science Letters*. 223. 335-348. 10.1016/j.epsl.2004.04.023.

146. Balsam William, Ellwood Brooks, Ji Junfeng, Williams Earle, Long Xiaoyong, El Hassani, Ahmed. (2011). Magnetic susceptibility as a proxy for rainfall: Worldwide data from tropical and temperate climate. *Quaternary Science Reviews*. 30. 10.1016/j.quascirev.2011.06.002.

147. Barczi A., Golyeva A. A., Peto A. Palaeoenvironmental reconstruction of Hungarian kurgans on the basis of the examination of palaeosoils and phytolith analysis. *Quat. Int.* 193. – 2009. — P. 49–60.

148. Barczi A., Tóth T.M., Csanádi A., Sümegi P., Czinkota I. 2006. Reconstruction of the paleo-environment and soil evolution of the Csípo-halom kurgan, Hungary. *Quaternary International*, 156, 49-59.

149. Borisov A. V., Krivosheev M. V., Mimokhod R. A., and El'tsov M. V. “Sod blocks” in kurgan mounds: Historical and soil features of the technique of tumuli erection //

Journal of Archaeological Science. – 2019. – V. 24. – P. 122–131.  
10.1016/j.jasrep.2019.01.005.

150. Cammas C., 2018. Micromorphology of earth building materials: Toward the reconstruction of former technological processes (Protohistoric and Historic Periods). *Quaternary Intern.*, 483, 160–179.

151. Chendev Yu. G., Aleksandrovskiy A. L., Khokhlova O. S., Dergacheva M. I., Petin A. N., Golotvin A. N., Sarapulkin V. A., Zemtsov G. L., Uvarkin S. V. Evolution of forest pedogenesis in the south of the forest-steppe of the Central Russian Upland in the Late Holocene. *Eurasian Soil Sci.* – 2017. – V. 50 (1). — P. 3–16. DOI: 10.7868/S0032180X17010038.

152. Dearing J., Hannam J., Anderson A., Wellington E.m.h. (2001). Magnetic, geochemical and DNA properties of highly magnetic soils in England. *Geophysical Journal International*. 144. 183 - 196. 10.1046/j.0956-540X.2000.01312.x.

153. Demkin V.A., Borisov A.V., Udal'tsov S.N. Paleosols and climate in the southeast of the Central Russian Upland during the Middle and Late Bronze ages (the 25th–15th Centuries BC) // *Eurasian Soil Sci.* – 2010. – V. 43. – P. 5–14.  
<https://doi.org/10.1134/S1064229310010023>

154. Dreibrodt S., Lubos C., Terhorst B., Damm B., Bork H.-R. 2010. Historical soil erosion by water in Germany: scales and archives, chronology, research perspectives. *Quaternary International* 222, 80–95.

155. Eckmeier E., Gerlach R., Gehrt E., Schmidt M.W.I., 2007. Pedogenesis of chernozems in Central Europe — a review. *Geoderma* 139, 288–299.

156. Ehwald E., Jäger K.-D., Lange E., 1999. Das Problem Wald — Offenland im zirkumherzynen Trockengebiet vor der neolithischen Besiedlung sowie die Entstehung der zirkumherzynen Schwarzerden. In: Rolle, R., Andraschko, F.M. (Eds.), *Frühe Nutzung pflanzlicher Ressourcen: Internationales Symposium Duderstedt, Hamburger Werkstattreihe zur Archäologie*, Lit, Hamburg, P. 12–34.

157. Fedoroff N., Courty M.- A., Zhentang, G. (2010). Paleosols and relict soils. In G. Stoops, V. Marcelino, & F. Mees (Eds.), *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths* (2nd Edn., P. 623–662). Elsevier.

158. Fischer-Zujkov U., Schmidt R., Brande A. Die Schwarzerden Nordostdeutschlands und ihre Stellung in der holozänen Landschaftsentwicklung. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* – 1999. – 162 (4). — P. 443–449.
159. Friesem, D. E., Watzel, J., Onfray, M., 2017. Earth construction materials. *Archaeological soil and sediment micromorphology*, 99-110.
160. Gao X., Hao Q., Qiao Y., Peng S., Li N., Zhang W., Han L., Deng C., Slobodan B. Marković, Guo Z. Precipitation thresholds for iron oxides dissolution and the enhanced Eurasian aridity across the Mid-Pleistocene Transition: Evidence from loess deposits in subtropical China, *Global and Planetary Change*, Volume 204, 2021, 103580, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103580>.
161. Gerasimenko N. P. Environmental and climatic changes between 3 and 5 ka BP in southeastern Ukraine // 3rd Millenium BC Clim. Change and Old World Colleapse. — Berlin, 1997. — P. 372–399.
162. Gerlach R., Hilgers A., Kindermann K., Kretschmer I., Medved I., Schlummer M., Schmidt I., Tafelmaier Y., Vieth C. (2012). Frauen in GeoArchäologischer Forschung in Deutschland. *Archäologische Informationen*. 35. 11-15. 10.11588/ai.2012.0.11359.
163. Hejcman M., Souckov. K., Kristuf P., Peska J. What questions can be answered by chemical analysis of recent and paleosols from the Bell Beaker barrow (2500–2200 BC), Central Moravia, Czech Republic // *Quat. Int.* – 2013. – V. 316. – P. 179–189.
164. Heller F., Liu T.-S. 1986. Palaeoclimatic and sedimentary history from magnetic suscep- tibility of loess in China. *Geophys. Res. Lett.* 13 (11), 1169–1172.
165. Hourani F. 2003. Les matériaux de construction en terre a Khirokitia (Chypre): origines, techniques de preparation et emplois. In: Chazelles, C.-A. de, Klein, A., Acetta, A. (Eds.), *Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue 1, Terre modelee, decoupee ou coffree, Matériaux et modes de mise en oeuvre*, Proceedings of a Conference Held 17-18 November 2000. L'Esperou Ed., Montpellier, P. 161-168.
166. Hubbard E., 2010. Livestock and people in a middle chalcolithic settlement: a micromorphological investigation from tell Tsaf, Israel. *Antiquity* 84, 1123-1134.
167. IUSS Working Group WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.

168. Joó K., Barczy A., Sümegi P. 2007. Study of soil scientific, layer scientific and palaeoecological relations of the Csípő-mound kurgan. *Atti della Societa Toscana di Scienze Naturali, Mem., Serie A*, 112, 141-144.
169. Jordanova Dian, Jordanova Neli. (2021). Updating the significance and paleoclimate implications of magnetic susceptibility of Holocene loessic soils. *Geoderma*. 391. 114982. [10.1016/j.geoderma.2021.114982](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.114982). Kabala, Cezary, Przybył Agnieszka, Krupski Mateusz, Łabaz Beata, Waroszewski Jarosław. Origin, age and transformation of Chernozems in northern Central Europe — New data from Neolithic earthen barrows in SW Poland. *Catena*. – 2019. – 180. — P. 83–102.
170. Karkanas P., Efstratiou N., 2009. Floors sequences in Neolithic Makri, Greece: micromorphology reveals cycles of renovation. *Antiquity* 83, 955-967.
171. Karkanas P., Van de Moortel A., 2014. Micromorphological analysis of sediments at the Bronze Age site of Mitrou, central Greece: patterns of floor construction and maintenance. *J. Archaeol. Sci.* 43, 198-213.
172. Khokhlova O., **Sverchkova A.**, Morgunova N., Golyeva A., & Tregub T. Paleoecology During the Creation of a Large Boldyrevo Kurgan of the Yamnaya Culture in the Southern Cis-Urals, Russia. *Tájökológiai Lapok. (Journal of Landscape Ecology)*. 2022. Vol. 20 (Suppl. 1), 91–116. <https://doi.org/10.56617/tl.3151>
173. Khokhlova O., Kuptsova L. Complex pedological analysis of paleosols buried under kurgans as a basis for periodization of the Timber-grave archaeological culture in the Southern Cis-Ural, Russia // *Quat. Int.* – 2019. – V. 502. – P. 181-196. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.02.027>
174. Khokhlova O.S., Khokhlov A.A., Morgunova N.L. et al. Short chronosequences of paleosols from the Skvortsovka kurgans in the Buzuluk River valley of Orenburg oblast // *Eurasian Soil Sc.* – 2010. – V. 43. – P. 965–976. <https://doi.org/10.1134/S1064229310090036>
175. Khokhlova O.S.; Khokhlov A.A. Short and long-term pedochronosequences of the Skvortsovsky burial ground in the Buzuluk River valley (Orenburg region, Russia) // *Kurgan Studies: An environmental and archaeological multiproxy study of burial mounds in the Eurasian steppe zone*. B. PETO and A. BARCZI (Eds.). BAR International Series 2238. – 2011. – Paper 16. – P. 259-268.
176. Khokhlova O. S., Sedov S. N., Golyeva A. A., Khokhlov A. A. Evolution of chernozems in the northern caucasus, russia during the second half of the holocene: carbonate

status of paleosols as a tool for paleoenvironmental reconstruction // *Geoderma*. — 2001. — Vol. 104. — P. 115–133.

177. Khokhlova O.S., Nagler A.O., 2020. The Marfa Kurgan in the Stavropol Territory: An Example of an Ancient Architectural Structure. *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*. – 2020. – T. 48. – № 2. – P. 38–48 DOI: 10.17746/1563-0102.2020.48.2.038-048

178. Kremenetsky K. V., Patyk-Kara N. G., Goryachkin S. V. The Holocene palynostratigraphy and geochronology of lacustrine-palustrine deposits in the Kola peninsula // *Stratigraphy and Geological Correlation*. – 1998. – Vol. 6. – № 3. — P. 293–302.

179. Krivosheev M.V., Eltsov M.V., Mimokhod R.A., Borisov A.V., 2014. Soil blocks as construction elements in Kurgan architecture of Sarmatian funeral monuments of the Volga-Don interfluvium. In: Gubin, S.V., Borisov, A.V., Udaltsov, S.N. (Eds.), *Papers of the International Soil Sciences Conference in the Memory of the V.A. Demkin*. Fotonvek, Pushchino. – P. 226–229.

180. Kühn P., Lehndorff, E., Fuchs, M. (2017). Lateglacial to Holocene pedogenesis and formation of colluvial deposits in a loess landscape of Central Europe (Wetterau, Germany). *CATENA*. 154. 118-135. 10.1016/j.catena.2017.02.015.

181. Long Xiaoyong, Ji Junfeng, Barrón Vidal, Torrent José. (2016). Climatic thresholds for pedogenic iron oxides under aerobic conditions: Processes and their significance in paleoclimate reconstruction. *Quaternary Science Reviews*. 150. 10.1016/j.quascirev.2016.08.031.

182. Maher B.A., Thompson R., 1995. Paleorainfall reconstructions from pedogenic magnetic susceptibility variations in the Chinese loess and paleosols. *Quaternary Research* 44, 383–391.

183. Maher B., Alekseev A., Alekseeva T. (2002). Variation of soil magnetism across the Russian steppe: Its significance for use of soil magnetism as a palaeorainfall proxy. *Quaternary Science Reviews*. 21. 1571-1576. 10.1016/S0277-3791(02)00022-7.

184. Makeev A., Rusakov A., Kurbanova F., Khokhlova O., Kust P., Lebedeva M., Milanovskiy E., Egli M., Denisova E., Aseyeva E., Rusakova E., and Mihailov E. Soils at archaeological monuments of the bronze age – a key to the Holocene landscape dynamics in the broadleaf forest area of the Russian plain // *Quater. Int.* – 2021. – V. 590. – P. 26–47. DOI: 10.1016/j.quaint.2020.09.015.

185. Matthews W., French C., Lawrence T., Cutler D.F. 1996. Multiple surfaces: the micromorphology. In: Hodder, I. (Ed.), *On the Surface: Catalhöyük 1993-95*. MacDonald Institute for research & British Institute of Archaeology of Ankara, Cambridge, P. 301-342.
186. Matthews W., French C., Lawrence T., Cutler D.F., Jones M.K. 1997. Microstratigraphic traces of site formation processes and human activities. *World Archaeol.* 29, P. 98-104.
187. Matthews W., 1995. Micromorphological characterisation of occupation deposits and microstratigraphic sequences at Abu Salabikh, Southern Iraq. In: Barham, A.J., Macphail, R.I. (Eds.), *Archaeological Sediments and Soils: Analysis, Interpretation and Management*, Institute of Archaeology. University College, London, P. 41-76.
188. Maxbauer Daniel and Feinberg Joshua and Fox David. (2016). Magnetic Mineral Assemblages In Soils And Paleosols As The Basis For Paleoprecipitation Proxies: A Review Of Magnetic Methods And Challenges. *Earth-Science Reviews.* 155. P. 28-48. [10.1016/j.earscirev.2016.01.014](https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.01.014).
189. Morgunova N.L., Khokhlova O.S. Development of ancient cultures and paleoenvironment during the Eneolithic Period and the Early Bronze Age in the Southern Cis-Urals steppe (Russia) // *Archaeol. Anthropol. Sci.* – 2020. – V. 12. – P. 241. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01197-w>
190. Mozolevskiy B.N., Polin S.V. *Kurgans of Scythian Gerros of IVth Century BC (Babina, Vodjana and Sobolevamogily)*. Stilos Publishing House, Kiev, 2005. 600 p.
191. *Munsell Soil color Charts*. Munsell Color, Grand Rapids, MI. 2014.
192. Nagler A. *Grabanlagen der frühen Nomaden in der eurasischen Steppe im 1. Jahrtausend v. Chr.* // *Unbekanntes Kasachstan. Archäologie im Herzen Asiens*. Bochum, 2013.
193. Nesteruk G.V., Khokhlova O.S., Ilyina L.P., Sverchkova A.E., Sushko K.S. Paleoeological conditions of the Kuban-Azov lowland in the Bronze Age and Early Iron Age based on the study of buried soils // *Eurasian Soil Science*, 54 (11) 1644–1658 (2021). DOI: [10.1134/S1064229321110090](https://doi.org/10.1134/S1064229321110090)
194. Nykamp M., Knitter D., Schütt B., 2020. Late Holocene geomorphodynamics in the vicinity of Göbekli Tepe, SE Turkey. *Catena* 195, 1–14.

195. Ortmann A. L., Kidder T. R. (2013). Building mound A at poverty point, *Geoarchaeology* (Vol. 28, pp. 66–86). Monumental Public Architecture, Ritual Practice, and Implications for Hunter- Gatherer Complexity. <https://doi.org/10.1002/gea.21430>
196. Prikhodko V., Puzanova T., Tregub T., Berezutskiy V., Kurbanova F. Complex paleoecological research of buried soils and reconstruction of the bronze age climate in the East European plain and adjacent area // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM 2018. Conference proceedings. – 2018. — P. 243–250.
197. Saunders J. W. (2012). Early new world monumentality. In R. L. Burger, & R. M. Rosenswig (Eds.), *Early mounds in the lower Mississippi valley* (pp. 25–52). University Press of Florida.
198. Schalich J. *Boden- und Landschaftsgeschichte. Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler.* – 1988. – Vol. 8. — P. 17–29.
199. Sherwood S. C., Kidder T. R. (2011). The DaVincis of dirt: Geoarchaeological perspectives on Native American mound building in the Mississippi River basin. *Journal of Anthropological Archaeology*, 30(1), 69–87.
200. Stoops G. *Guidelines for the Analysis and Description of Soil and Regolith Thin*, 2003.
201. Stordeur D., Wattez J. 1998. A la recherche de nouvelles clés. Etude géoarchéologique à Qdeir 1, PPNB final, désert syrien. *Cahiers de l’Euphrate* 8, 115-138.
202. Sycheva, S. (2006). Long-term pedolithogenic rhythms in the Holocene. *Quaternary International - QUATERN INT.* 152. 181-191. 10.1016/j.quaint.2005.12.009.
203. Velichko A.A., Drenova A.N., Klimanov V.A., Kremenetski K.V., Nechaev V.P., Catto N. 2002. Climate changes in east Europe and Siberia at the late Glacial-Holocene transition // *Quaternary International.* – Vol. 91. – № 1. – P. 75-99.
204. Walker M.J.C., Berkelhammer M., Björck S., Cwynar L.C., Fisher D.A., Long A.J., Lowe J.J., Newnham R.M., Rasmussen S.O., Weiss H. Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommittee on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy) // *Journal of Quaternary Science.* – 2012. – Vol. 27, – P. 649-659.

205. Courty M. A., Goldberg P., Macphail R. I. (1989). Soils and micromorphology in archaeology. Cambridge University Press.
206. Cremeens D. L. (2005). Micromorphology of cotiga mound West Virginia. *Geoarchaeology*, 20(6), 581–597.
207. Macphail R. I., Courty M. A., Goldberg P. (1990). Soil micromorphology in archaeology. *Endeavour*, 14(4), 163–171.
208. Macphail R. I., Goldberg P. (2010). Archaeological materials. In G. J. Stoops, V. Marcelino, & F. Mees (Eds.), *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths* (P. 589–622). Elsevier.
209. <http://hge.spbu.ru/>
210. <http://russia.pogoda360.ru>



**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

## Полевое описание профилей изученных почв

### Ключевой участок «Ессентукский I»

Погребенная почва, разрез Ес1п-18 заложен в 9 м к Ю от R, под первой грунтовой конструкцией, точнее, под желтым валиком – выкидом из могилы с Ю стороны первой конструкции. Глубина разреза составляла 2,0 м.

<b>Ahkb, 0-45</b>	Неоднородный, сверху примерно 10 см серый с сизоватым оттенком 10YR 4/2, далее серый 10YR 3/2, влажноват, имеется буроватый оттенок – ожелезнение, слабая вертикальная трещиноватость, трещины регулярные на расстоянии 5-10 см друг от друга и глубиной не более 15-20 см, встречаются оч. мелкие включения щебня. Хорошо проработан червями – видны червеходы, заполненные копролитами, структура копрогенная мелкозернистая в этих ходах. В целом структура комковатая. Среднесуглинистый. Много старых нор как прямых, так и обратных, границы их диффузные, норы слабо различаются на фоне горизонта. Переход заметный по цвету и карбонатам, граница слабоволнистая.
<b>AhVkb, 45-75(80)</b>	Палево-серый, 10YR 4/3, сухой, горизонт мицелярных форм карбонатов, червеходы промицелированы, есть старые вертикальные и строго округлые норы, щебенки чуть больше, структура комковатая, среднесуглинистый, переход постепенный.
<b>B1kb, 75(80)-120</b>	Сухой, цвет более желтый, 10YR4/3-4/4, огромная нора – спальная камера посередине горизонта, но старая, с диффузными границами, карбонатная пропитка, белоглазки нет, щебенка крайне редкая, почти бесструктурный или неясно призматическая структура, червеходы укорачиваются, иногда они заполнены гумусом, окарбоначенность их меньше, чем окружающего материала. Переход постепенный.
<b>B2kb, 120-150</b>	Однородный, желтовато-палевый, 10YR5/4, ходы корней и червей реже, но все еще заполнены гумусом, есть запятые, похожие на гипс, видимых форм карбонатов нет. Есть еще норы, мало и старые. Переход постепенный.
<b>BCkb, 150-180 Ckb, 180-200</b>	В этих горизонтах довольно однородный палевый цвет, 10YR 5/4 и 6/3, соответственно. Встречаются дружки белых запятых – похоже на гипс. Очень слабый оливковый оттенок в цвете, не переходящий градацию от 10YR к 2.5Y.

Почва – чернозем обыкновенный мощный легкоглинистый или миграционно-сегрегационный на лессовидных карбонатных суглинках. **Horlic Chernozems Loamic.**

Погребенная почва, разрез Ес2п-18, расположен между 14 и 15 м к С от R под второй грунтовой конструкцией кургана, насыпь в месте заложения разреза – 5 м.

<b>Ah1kb, 0-2</b>	Сизоватый прослой на месте бывшей дернины, цвет 10YR 5/2.
<b>Ah2kb, 2-50</b>	Светло-серый с палевым оттенком, 10YR 4/2, оч. сухой, сверху тонкие вертикальные трещины до 15-20 см длиной, изрыт слабо, норы есть, но старые, диффузные, размером до 8 см в d, прямые. встречается щебенка неокатанная размером до 1-1,5 см, уплотнен, структура комковатая, есть ходы червей, но они не темные, пустые, вертикальные. Среднесуглинистый. Граница неясная, переход постепенный.
<b>AhVkb, 50-80</b>	Чуть светлее предыдущего, 10YR 5/3, сухой, уплотнен, видимые формы карбонатов – выпоты, седина по всему горизонту, а также червеходы окарбоначены. Есть крупная нора – спальная камера посередине горизонта, но она старая, диффузная; встречается щебенка (вся щебенка во всех разрезах вскипала), червеходов мало, протяженность по вертикали до 5 см, среднесуглинистый. Переход постепенный, граница слабоволнистая.
<b>B1kb, 80-120</b>	Сухой, цвет желтовато-палевый, 10YR5/4, встречается очень неясно выраженный карбонатный мицелий, щебенка в таком же количестве, как сверху, есть норы, они меньше по размеру, чем сверху, в основном прямые, одна обратная, все видны на стенке слабо, старые. Почти бесструктурный или неясно призматическая структура. Переход постепенный.
<b>B2kb, 120-150</b>	Однородный, чуть более желтый, 10YR5/4-4/4, немного холодит руку, чуть более влажный. Это горизонт белоглазки, она редкая, но очень контрастная по цвету белая и крупная – до 2 см в d, есть карбонатный мицелий, его и больше, и он выражен лучше, чем в предыдущем горизонте, щебенка становится крупнее, до 3-5 см в d, норы старые прямые, но есть и обратные. Червеходы заполнены гумусом, темные, толщиной до 0,8 см. Переход постепенный по исчезновению червеходов, граница слабоволнистая.
<b>BCkb, 150-180</b>	В этих горизонтах довольно однородный палевый цвет, но появляется оливковый

<b>Скb, 180-200</b>	оттенок, 2,5Y 5/4 и 5/3, в С горизонте цвет 2,5Y 4/3, влажнее предыдущего. Нет белоглазки, нет червеходов, лесс с карбонатной щебенкой. Щебенка чуть крупнее, залегает иногда гнездами. Оливковый оттенок появляется за счет того, что в процессе формирования лессовых пород лесс был переотложен местными водотоками
---------------------	--

**Почва – чернозем обыкновенный мощный легкоглинистый или миграционно-сегрегационный на лессовидных карбонатных суглинках. Haplic Chernozems Loamic.**

**Погребенная почва, разрез Ес3п-18**, расположен в 18 м к С от R под третьей грунтовой конструкцией кургана. В целом, разрез похож на предыдущие по своим основным признакам, поэтому в описании отмечаем лишь отличия

<b>Ah1kb, 0-50</b>	10YR 4/2, нет сизоватого оттенка сверху от перегнившей дернины, еще немного проглядывает ожелезнение, четко видна седина от окарбоначенности.
<b>AhBkb, 50-75(80)</b>	10YR 5/3, здесь видна карбонатная пропитка и очень редкая белоглазка. Появляются единичные, но свежие норы
<b>B1kb, 75(80)-120</b>	10YR6/3, белесая пропитка заметна. Норы свежие, прямые, старые тоже видны. Червеходы встречаются в этом горизонте и выше, но они пустые, не содержат гумуса
<b>B2kb, 120-150</b>	2,5Y5/4, заметен оливковый оттенок. Много свежих нор, хотя старые тоже проглядывают

**Почва – чернозем обыкновенный мощный легкоглинистый или миграционно-сегрегационный на лессовидных карбонатных суглинках. Haplic Chernozems Loamic.**

**Погребенная почва, разрез Ес4п-18**, расположен между 25 и 26 м к С от R под четвертой грунтовой и второй каменной конструкциями кургана, насыпь в месте заложения разреза – 1,5 м.

<b>Ahkb, 0-50</b>	Цвет темно-серый с палевым оттенком, 10YR 5/2 и белесый - 2,5 YR 8/1. Очень сильно окарбоначен, сверху – 3-5 см сплошь белесые. Очень сильная изрытость, в горизонте множество прямых свежих нор.
<b>AhBkb, 50-80</b>	Чуть светлее предыдущего, 10YR 5/3, с белесым оттенком. Карбонатный мицелий, горизонт очень сильно просушен и на стенке виден мелкоячеистый рисунок. И очень много нор как прямых, так и обратных, свежих.
<b>B1kb, 80-120</b>	Сухой, цвет желтовато-палевый, 10YR5/4-6/3 с белёсостью. Здесь заметна карбонатная щебенка с ореолом карбонатов – после выпадения камня из стенки остается белый ореол. Есть белоглазка. Очень много темных нор. Червеходы видны хорошо, они окарбоначены, а в нижней части B1 и иногда в верхней части B2 – немного прогумусированы.
<b>B2kb, 120-150</b>	Однородный, чуть более желтый, 10YR6/4. Щебенка довольно крупная до 3-5 см в d. Есть белоглазка.
<b>BCkb, 150-180</b> <b>Скb, 180-200</b>	10YR 7/4-6/4, цвет между, а в Ск 2,5Y 4/4, и этот горизонт существенно более влажный, чем вышележащий горизонт. В этих двух горизонтах резко уменьшается количество нор, нет червеходов, щебенки мало, нет видимых форм карбонатов. Четко видны прожилки гипса, начиная со 170 см.

**Почва – чернозем южный мощный легкоглинистый или сегрегационный на лессовидных карбонатных суглинках. Haplic Chernozems Loamic.**

**Фоновая почва, разрез Ес5ф-18**, расположен в 30 м к С от кургана на залежном участке, пахоть здесь закончили более 25 лет назад, участок зарос сорной травой, а также редкими 2-3-летними деревцами грецких орехов. Координаты 44°03'58.5"N 42°54'09.4"E.

<b>Ah1k, 0-10</b>	Густо переплетен корнями, рыхлый, зернистая структура, черный цвет 7,5 YR 3/1, среднесуглинистый, включения очень малого количества щебенки. Переход ясный по уменьшению количества корней, граница слабоволнистая
<b>Ah2k, 10-50(55)</b>	Чуть светлее предыдущего, со слабой сединой 10YR 3/1-3/2, влажноват, комковатый со слабой призматичностью, на зерна распадается с усилием, встречается щебенка в основном мелкая 0,5-0,8 см в d, но есть и крупная – до 2-3 см. Степень изрытости невелика, но небольшие норы и ходы землероев типа мышей, слепышей есть. Переход постепенный по исчезновению темного гумусового цвета, граница волнистая.
<b>AhBk,50(55)- 80</b>	Сухой, серый с очень слабым седоватым оттенком, цвет 10YR 4/1. Призматически-комковатая структура, норы заметны, но сказать, что изрыт сплошь, нельзя. Щебенка 5-8 см в d редка, а мелкая укрупняется. Карбонатные налеты по граням педов, иногда есть и гнездообразные скопления мицелий, наверное, приуроченные к старым норам, т/с, уплотнен, переход заметный по

	количеству карбонатов, граница слабоволнистая.
<b>B1k, 80-120</b>	Палево-коричневый с сединой мицелия, 10YR 4/3. Это горизонт хорошо выраженного карбонатного мицелия. Влажноват, корнеходы-червеходы редкие, но очень протяженные до 20-30 см по вертикали, лишены гумусовой прокраски, а часто окарбонаты. Внутри червеходов иногда наблюдаются копролиты, но есть и живые корни. Довольно много прямых нор, встречается щебенка, иногда окатанная галька, но все равно карбонатная. Помимо заполненных есть длинные пустые корнеходы. Иногда на месте выпавшей щебенки видны мучнистые ореолы типа белоглазки. Переход постепенный по цвету.
<b>B2k, 120-150</b>	Цвет желтовато-коричневый, 2,5Y 4/4, с/с, корнеходов мало, они короткие. Карбонатный мицелий не сплошь, а гнездами. Белые запяты мицелия, редкие норы. Щебенка крупнее, много окатанной гальки до 2-5 см в d. Переход заметный по исчезновению мицелия и цвету, граница ровная.
<b>BCk, 150-180</b>	10YR 5/4. Есть гнезда мицелия, редко, бесструктурный, есть запяты гипса довольно много, единичные пустые корнеходы, щебенки мало.
<b>Сkb, 180-200</b>	2,5Y 5/4, влажный, бесструктурный, щебенка и галька крупные, мелкой почти нет, грансостав немного облегчается книзу профиля.

**Почва – чернозем обыкновенный мощный легкоглинистый или миграционно-сегрегационный на лессовидных карбонатных суглинках. Haplic Chernozems Loamic.**

### Ключевой участок «Болдырево IV»

**Погребенная почва, разрез Бл1п-19.** Поверх погребенной почвы наблюдался т.н. «натоптыш» более желтого цвета, внутри которого были видны тонкие прерывистые слойки, что указывает на сооружение этого первого кургана в сезон с повышенной влажностью (ранняя весна или поздняя осень), поскольку супесчаный гранулометрический состав грунта не предполагает образование грязи из-за летних осадков.

Ahb, [0-40] см	Сухой, серовато-коричневый, 10YR 4/3 – brown, уплотнен. Непрочная мелкокомковатая структура рассыпается в порошистую, супесчаный, сильно изрыт землероями, желтоватые и чуть более темно-коричневые норы повсеместны. Вскипание вверх слабое, а бурное начинается с глубины 20-25 см, то там же и ходов землероев с желтым заполнением побольше, не удается найти непрерывный участок на стенке. Тонкопористый. Переход постепенный по цвету.
Ahkb, [40-60] см	Сухой, 10YR 4/4 – dark yellowish brown, в цвете больше желто-бурых тонов окраски, чем в вышележащем горизонте, но все же прокраска гумусом еще очень сильна. Уплотнен. Здесь норы грызунов видны более отчетливо из-за разницы в цвете, изрыто все повсеместно. Предполагаем, что и сверху этих нор не меньше, но они видны хуже, т.к. сливаются по цвету. В остальном – похож на A1. Переход постепенный по цвету.
AhBkb, [60-90] см	Сухой, очень неоднородный по цвету, от коричнево-серого из верхнего горизонта до ярко желтого, но есть и промежуточные варианты цвета, 10YR 5 или 6/4 – yellowish brown или light yellowish brown. Бесструктурный, уплотнен, сильно изрыт. Начинает встречаться мелкая белоглазка скоплениями d до 0,8 см, но чаще 0,3-0,5 см. Переход заметный по смене карбонатных аккумуляций, граница ровная.
B1kb, [90-110] см	Сухой, бесструктурный, плотный, супесчаный, хорошо выражена карбонатная пропитка, которая сверху горизонта начинается с разрозненных пятен, а ниже 100 см – это уже прослой более белого цвета. При детальном рассмотрении видно, что все сильно перерыто, карбонатный прослой нарушен норами. Цвет горизонта неоднородный, цвет темных нор 10YR 5/2 – grayish brown, промежуточных 5/3 - brown, более желтых 6/4 - light yellowish brown, переход в следующий горизонт заметный по карбонатным слоям, граница почти ровная.
BCkb, [110-160] см	Влажноват, супесчаный, плотный, это горизонт карбонатных слоев, карбонатная пропитка сливается здесь в сплошную массу и создает слоистое залегание карбонатов. Цвет карбонатных слоев 10YR8/2 – very pale brown, между слоями 5/4 - yellowish brown. Мощность карбонатного слоя сверху 8-10 см, затем 12-13 см – без видимого карбонатного присутствия, затем 12-13 см – опять карбонатный прослой и далее более размазанные очертания слойков, они утончаются, уже не совсем горизонтально залегают. Кое-где видны тонкие вертикально ориентированные карбонатные полосы толщиной не более 1 см, и длиной 20-30 см, но они имеют ограниченное распространение. Переход ясный по смене гранулометрического состава и исчезновению карбонатных прослоев, граница почти ровная.
R1kb, [160-200] см	Влажный, более бурого цвета грубый песок, слабо уплотнен, цвет 10YR5/3 - brown. Здесь по крупным магистральным трещинам видны т.н. «зоны промывки» - окрашенные карбонатами языки уходят вглубь на всем протяжении этого горизонта. Толщина языков 1,5-2 см, они идут через 15-25 см на стенке разреза, также еще встречаются норы слепушонки.
R2kb, [200-245] см	Влажный, тонкий песок с карбонатными трубочками, снова уплотнен, цвет 10YR6/4 - light yellowish brown, возможно, это отложения брянского интерстадиала, видны грушевидные тела

	и криогенные трещины.
<b>Почва – чернозем обыкновенный или миграционно-сегрегационный супесчаный на аллювиальных отложениях, Eutric Arenosols (Protocalcic, Humic).</b>	
<b>Погребенная почва, разрез Бл2п-19.</b> Заложен в 3 бровке, В фас, между 21 и 24 м к Ю от R. Высота кургана в этом месте примерно 1 м, в центре – 2,0-2,5 м.	
Ahb, [0-40] см	Сухой, темно-серый, 10YR 4/2 – dark grayish brown, уплотнен. Непрочная мелкокомковатая структура рассыпается в порошистую, супесчаный, очень сильно изрыт землероями, желтоватые и чуть более темно-коричневые норы повсеместны. На передней стенке несколько крупных обратных нор с желтоватым заполнением, 10YR 5/4 – yellowish brown. Не вскипает до 50 см уверенно, но норы все кипят. Переход постепенный по цвету.
Ahkb, [40-65] см	Сухой, 10YR 4/3 – brown, нор еще больше, точнее, они видны более отчетливо, но все же цвет немного светлее предыдущего горизонта. Уплотнен. В остальном – похож на A1. Переход постепенный по цвету.
AhBkb, [65-90] см	Сухой, бесструктурный, супесчаный, уплотнен, очень неоднородный по цвету, появляется уверенно желтый материал, но темные норы пестрят этот горизонт. Норы в основном вертикально ориентированные, хотя есть и широкие типа спальных камер. Иногда такое впечатление сказывается, если по норе был не однократный, а многократный проход грызуна, она расширяется и расплзается по размерам. Цвет 10YR 6 /4 – yellowish brown основной, 5/3 – brown, широкие норы. Переход заметный по появлению карбонатных аккумуляций, граница волнистая.
B1kb, [90-120] см	Сухой, бесструктурный, плотный, супесчаный. Появляются редкие пятна белесой пропитки между нор. Но если в разр. 1п в этом горизонте белесые пятна четких очертаний и твердые – сегрегированная пропитка, сильно уплотненные, то здесь это размазанная пропитка не сильно уплотненная. Цвет 10YR 7/4 – very pale brown – карбонатная пропитка; 5/3 brown – норы темные, 6/3-6/4 – основной палево-серый цвет горизонта (pale brown-light yellowish brown). Нор еще много, пока не видно между ними промежутков, но по цвету они становятся более тусклыми. Переход в следующий горизонт заметный по уменьшению количества нор и появлению карбонатных прослоев, граница почти ровная.
BCkb, [120-160] см	Влажноват, супесчаный, плотный, это горизонт карбонатных прослоев, но они не имеют уже четкого деления на сильно карбонатные и сравнительно малокарбонатные прослои, а приобретают вид размазанной пропитки, хотя их прежние очертания еще угадываются, особенно книзу горизонта. Цвет карбонатных слоев 10YR6/4-7/4-very pale or light yellowish brown, между слоями 5/4-6/4 – yellowish or light yellowish brown. Переход ясный по смене гранулометрического состава и исчезновению карбонатных прослоев, граница почти ровная.
Rkb, [160-200] см	Свежий, более бурого цвета грубый песок, слабо уплотнен, почти без нор, норы единичные уходят в дно разреза, цвет 10YR5/3 – brown. Вверху еще наблюдаются тонкие полоски окарибоначенного песка и есть карбонатные прожилки. Полосы (т.н. «зоны промывки») вертикальные узкие окарибоначенные (0,3 см до 0,5 толщиной) начинаются и заканчиваются в пределах этого горизонта

**Почва – чернозем обыкновенный или миграционно-сегрегационный супесчаный на аллювиальных отложениях, Eutric Arenosols (Protocalcic, Humic).**

**Погребенная почва, разрез Бл3п-19** был заложен в 10-12 м к С от R около 3 бровки 3 фас под срезкой и выкладкой (обмазкой) из сизой глины и рогоза. Высота кургана в этом месте 3.3. м. Срезано около 10(15 см), что необходимо иметь в виду при определении исходных глубин горизонтов. Горизонты и глубины: Ahb, [0-30] см; Ahkb, [30-50] см; AhBkb, [50-70]; B1kb, [70-95] см; BCkb, [95-160] см; Rkb, [160-200] см.

**Почва – чернозем обыкновенный или миграционно-сегрегационный супесчаный на аллювиальных отложениях, Eutric Arenosols (Protocalcic, Humic).**

**Погребенная почва, разрез Бл4п-19** был заложен в 10-12 м к Ю от R около 3 бровки 3 фас под срезкой, на которой лежал слой сизой с ржаво-бурыми вкраплениями обмазки из глины, возможно и растения были. Срезано около 15-20 см, а может быть и 25 см, поскольку ппп сильно понижена в этой части конструкции. Горизонты и глубины: Ahb, [0-20] см; Ahkb, [20-40] см; AhBkb, [40-60]; B1kb, [60-55] см; BCkb, [85-140] см; Rkb, [140-150] см.

**Почва – чернозем обыкновенный или миграционно-сегрегационный супесчаный на аллювиальных отложениях, Eutric Arenosols (Protocalcic, Humic).**

**Погребенная почва, разрез Бл5п-19.** Заложен в В бровке, 3 фас, 15 м к С от R. Высота кургана в этом месте примерно 3 м, это вторая конструкция, ее периферия, поскольку дальше от центрального погребения, чем разрезы Бл2п, 3п и 4п. Восточная бровка имеет протяженность около 50 м, с 8.5 м к С от R до 13-14 м к Ю от R прослеживается совсем небольшая (не более 5 см) подрезка с тончайшей сизой глиной на поверхности. На всем

остальном протяжении поверхность погребенной почвы (ппп) ровная и четкая. По поверхности погребенной почвы практически везде прослеживается светлая прослойка толщиной 2-3 см – остатки горизонта Ad. Предположительно, эту часть кургана выкладывали на ппп, не удаляя травянистого покрова. Разрез Бл5п-19 заложен в том месте, где поверхность погребенной почвы не подрезали.

Ahb, [0-40] см	Сухой, по поверхности до глубины 4-5 см прослеживается желтовато-светлосерый прослой – бывшая дернина темно-серый, цвет светлого 10YR 6/1 – gray, желтоватого 5/4 yellowish brown, далее начинается обычный 4/2-4/3 – dark grayish brown. Уплотнен, не вскипает, только по норам с желтым заполнением, диаметр нор 4-5 см, 10 см, 12-14 см, округлые. Единичные – обратные, а в основном норы прямые, так как верх перерыт сплошь. Видны корни современной травянистой растительности. Непрочная мелкокомковатая структура рассыпается в порошистую, супесчаный. Переход постепенный по цвету.
Ahkb, [40-60] см	Сухой, неяснокомковатый либо бесструктурный, чуть осветляется 10YR 4/4 – dark yellowish brown, много мелких белого цвета тонких (не более 1-2 мм в d) корней современной растительности, очень много нор. Уплотнен. Вскипает с 40 см при появлении желтовато-бурого материала гор. АВ. В остальном – похож на А1. Переход постепенный по цвету.
AhBkb, [60-85(90)] см	Сухой, бесструктурный, супесчаный, уплотнен, очень неоднородный по цвету, желтовато-буроватые и серовато-бурые пятна причудливо чередуются, множество нор. Здесь изрытость сливается в единую массу, не видно никаких границ между норами. Цвет 10YR 5 /4 – yellowish brown – гумусированный м-л, 6/6 – brownish yellow – более опесчаненный и бурый материал. Переход заметный по появлению карбонатных аккумуляций, граница волнистая.
B1kb, [85(90)-110] см	Сухой, бесструктурный, плотный, супесчаный. В целом оттенок горизонта белесый, общий цвет 10YR6/3 - pale brown. Появляются первые фрагменты карбонатного уплотненного прослоя, разбитого норами. Здесь отчетливо можно различить норы – ходы слепушонки и крупные норы сурков – видны на правой стенке разреза. Пятна карбонатов диаметром 8-10 см с очень диффузными границами на левой боковой стенке, где чуть меньше перерыто. Постепенно пятна приобретают субгоризонтальное залегание и сплошность. Цвет этих пятен 7/2-7/3 – light gray-very pale brown. Переход в следующий горизонт заметный по уменьшению количества нор и появлению отчетливых карбонатных прослоев, граница почти ровная.
BCkb, [110-140] см	Влажноват, супесчаный, плотный, очень много нор из материала гор-та D – более грубый песок. Здесь карбонатные прослои залегают согласно, выдержаны по горизонтали, хотя все равно довольно часто разбиваются норами. Мощность карб. прослоя верхнего 8-10 см, белесые пятна размазанные, затем прослой около 20 см мощностью без видимых пятен, далее опять прослой карбонатный чуть меньшей мощности, чем раньше, но оч. хорошо выдержанный по горизонтали. Цвет основной 10YR6/3 - pale brown и 8/2 very pale brown – это карбонатный прослой. Переход ясный по смене гранулометрического состава и исчезновению карбонатных прослоев, граница почти ровная.
Rkb, [140-185] см	Свежий, более бурого цвета грубый песок, 10YR6/6 – light yellowish brown – основной цвет, 7/3 very pale brown – карбонатные прослои и «языки промывки» Слабо уплотнен, норы обратные здесь имеют серовато-палевый оттенок (из слоя брянского интерстадиала). Карбонатные прослои продолжают, но они имеют менее четкий рисунок, появляются тонкослоистые пачки, где карюю прослойки не более 0.5 см в толщину, а языки промывки, иногда спровоцированные норами – вертикальными ходами слепушонки, уходят вглубь. Толщина языков вверху 10-12 см, в книзу 8-4 см, но в целом впечатление, что языки довольно широкие и сужаются слабо книзу. Совсем внизу появляются прослойки с карбонатными трубочками (типично для лессов). Поскольку нижележащий горизонт, относимый нами к брянскому интерстадиалу по грансоставу легкосуглинистый.

**Почва – чернозем обыкновенный или миграционно-сегрегационный супесчаный на аллювиальных отложениях, Eutric Arenosols (Protocalcic, Humic).**

**Современная почва, разрез Блбф-19.** Расположен на залежи в 50 м к Ю-З от края кургана, Растительность – польнь серебристая и зеленая, осот, кермек, молочай, арника, злаки. Возраст залежи не более 15-20 лет, по словам местных здесь бросили пахать в начале двухтысячных годов.

Ah, 0-8(10) см	Это начало формирования дернины. Густо переплетен корнями, имеет комковато-пластинчатую структуру, бусы по корням, изредка есть зернистая структура, сухой, супесчаный, имеет немного седоватый оттенок, 10 YR 3/2-4/2 – very dark grayish brown-dark grayish brown. Переход заметный по уменьшению корней, границ карманообразная.
Ah1(p), 0-28 см	Сухой, однородный по цвету 10 YR 3/2 – very dark grayish brown, корней меньше, слабо уплотнен, супесчаный, не вскипает. Переход постепенный по цвету, граница ровная.
Ah2, 28-60 см	Сухой, непрочно-комковатый либо бесструктурный, чуть темнее предыдущего, 10YR 3/1 – very dark gray, появляются норы. В целом – похож на пп. Переход постепенный по цвету.
Ah3, 60-80 см	Сухой, непрочно-комковатая структура, супесчаный, уплотнен, появляется еле заметный

	буроватый оттенок в цвете, 10 YR4/2-4/1 –dark grayish brown - dark gray. Не вскипает. Переход заметный по изменению цвета, граница слабо волнистая.
AhBkb, 80-110 (120) см	Сухой, непрочно-комковатая структура, плотный, супесчаный, бескарбонатный. Пестрый, много нор из более грубого бурого песка (гор. D1). В целом сильно изрыт. Цвет 10 YR 5/2-8/3 – grayish brown – brown – это бурые пятна, 4/2- dark grayish brown. Переход в следующий горизонт заметный по уменьшению количества нор и появлению отчетливых карбонатных прослоев, граница почти ровная. +20 см мощность гумусового горизонта в этой почве выше, чем в пп за счет припашки либо за счет длительности почвообразования.
B1kb, 110 (120)-130 см	Влажноват, супесчаный, плотный, неясно-комковатая структура. Вскипает со 100 см по палевым норам, а ниже – по карб прослоям и пятнам. Это слоистый карбонатный горизонт. Здесь карбонатные пятна разрознены норами, очень много нор. Цвет общий 10YR5/4-5/3 – yellowish brown-brown. Цвет карбонатных пятен 7/2-7/3 – light gray-very pale brown. Сосредоточение ярко-бурых нор с грубозернистым песком. Переход в следующий горизонт заметный по уменьшению количества нор и появлению отчетливых карбонатных прослоев, граница почти ровная.
BCkb, 130-150(160) см	Влажноват, супесчаный, плотный, очень много нор из материала гор-та D – более грубый песок. Здесь карбонатные прослои залегают согласно, выдержаны по горизонтали, хотя все равно довольно часто разбиваются норами. Цвет основной 10YR 5/4 - yellowish brown и 7/2-7/3 – light gray-very pale brown – это карбонатный прослой. Здесь имеются «языки промывки» со сплошной карб пропиткой. Переход ясный по смене гранулометрического состава и исчезновению карбонатных прослоев, граница почти ровная
Rk1, 150(160)-175(180) см	Свежий, более бурого цвета грубозернистый песок, 10YR6/6 – light yellowish brown – основной цвет, 6/4 light yellowish brown – карбонатные прослои и «языки промывки». Еще заметное количество нор, есть пятна с карб. трубочками.
Rk2, 175(180)-200) см	Чуть более сероватый и более тонкозернистый супесчаный с карбонатными трубочками-прожилками. 10YR 6/4-7/4 – light yellowish brown – very pale brown. Корни трав уходят в дно разреза. В целом, разрез выглядит более промытым и гумусированным (похоже на пп под второй конструкцией), но необходимо учитывать влияние распахки.

**Почва – чернозем обыкновенный или миграционно-сегрегационный постагрогенный супесчаный на аллювиальных отложениях, (Eutric Arenosols (Protocalcic, Humic, Aric)).**

### Ключевой участок «Бейсужек IX»

**Погребенная почва, разрез Бсж1п-17.** Разрез заложен в центре кургана, таким образом, перекрыт наибольшей по мощности насыпью – около 4 метров. Общая глубина разреза от поверхности погребенной почвы составила 1,8м. Разрез заложен около западной бровки, восточный фас, под точкой R, где четко читался желтый выкид из могилы.

[Ahk] [0-34]	7,5 YR 5/3, Однородный, светло-серый, при высыхании образует трещины, при высыхании плотный, ореховато-зернистый, от легкосуглинистого до среднесуглинистого, пылеватый, сухой. Редкий карбонатный мицелий, единичные включения корней растений, граница слабоволнистая, переход неясный.
[AhBk] [34-76]	7,5 YR 5/4, Неоднородный по цвету, на светло-сером фоне палевые пятна, плотный, трещиноватый, среднесуглинистый, сухой, пылеватый, призматическо-ореховатый. Увеличение карбонатного мицелия. Граница волнистая, переход ясный по увеличению мицелия и цвету.
[B1k] [76-153]	7,5 YR 5/3-6/3, Неоднородный, желтовато-палевый с гумусовыми серыми потеками по ходам червей и корней растений, уплотнен, среднесуглинистый, влажноватый, призматически-ореховатый. Пронизан карбонатным мицелием. Граница волнистая, переход резкий по исчезновению мицелия и редким включениям белоглазки.
[B2k] [153-180..]	7,5 YR 6/3-6/4, Однородный, желтовато-палевый, уплотнен, среднесуглинистый, пылеватый, слабо структурирован, неясно призматически-комковатый, влажный. Без новообразований мицелия, с редкими включениями белоглазки.

**Почва – чернозем миграционно-мицелярный (обыкновенный) мощный легкоглинистый на лессовидных карбонатных суглинках, Haplic Chernozem Loamic.**

**Погребенная почва, разрез Бсж2п-17.** Разрез заложен около центральной бровки, 3 фас, 16 м к Ю от R. Мощность насыпи в месте заложения разреза – около 2 метров. Общая глубина разреза – 1,8м.

[Ahk] [0-76]	7,5 YR 5/2, Неоднородный, серый с карбонатной пропиткой мицелия до 40%, при высыхании образует трещины, плотный, ореховато-зернистый,
--------------	---

	среднесуглинистый, пылеватый, сухой. Карбонатный мицелий, белоглазка, единичные включения корней растений, граница слабоволнистая, переход ясный по цвету.
[AhBk] [76-142]	10 YR 5/2-5/3 Неоднородный по цвету, от серого до желтовато-коричневого с карбонатной пропиткой мицелия и гумусовыми потеками по червороинам, плотный, среднесуглинистый, влажноватый, ореховатый. Карбонатный мицелий. Граница слабоволнистая, переход ясный по исчезновению мицелия и цвету.
[B1k] [142-180..]	10 YR 5/4- 7,5 YR 6/4, Однородный, желтовато-палевый с редкими червороинами, пропитанными гумусовым материалом, уплотнен, среднесуглинистый, пылеватый, непрочно-ореховатый, влажноватый. Без новообразования мицелия.

**Почва – чернозем миграционно-мицелярный (обыкновенный) мощный легкоглинистый на лессовидных карбонатных суглинках, Haplic Chernozem Loamic.**

**Погребенная почва, разрез Бсж3п-17.** Заложена у западной бровки, В фас, южное окончание бровки – более 20 м к Ю от R. Общая глубина разреза – 1,9 м. Мощность бровки в месте заложения разреза – около 180 см.

[Ahk]+ [AhBk] - [0-62]	7,5 YR 6/3, Неоднородный, светло-серый с белесым мицелием по всему горизонту, рыхлый, при высыхании плотный, от крупно до мелко зернистого, от легкосуглинистого до среднесуглинистого, трещиноватый, пылеватый, сухой. Карбонатный мицелий, занимающий по площади до 60% горизонта, единичные включения корней растений, граница слабоволнистая, переход ясный по цвету.
[B1k] [62-120(128)]	7,5 YR 5/4, Неоднородный по цвету, на серовато-палевом фоне темные гумусовые потеки по ходам червей, слабоуплотнен, среднесуглинистый, влажноватый, пылеватый, ореховатый. Карбонатный мицелий, горизонт пористый. Граница волнистая, переход ясный по уменьшению мицелия и появлению белоглазки.
[B2k] [120(128)-190..]	7,5 YR 5/4-6/4, Неоднородный, на желтовато-палевом фоне по корням растений и ходам червей темные гумусовые потеки, уплотнен, среднесуглинистый, влажноватый, призматически-ореховатый. Включение белоглазок и журавчиков, ходы червей уходят вниз по профилю.

**Почва – чернозем миграционно-сегрегационный (обыкновенный) мощный легкоглинистый на лессовидных карбонатных суглинках, Calcic Chernozem Loamic.**

**Фоновая почва, разрез Бсж4ф-17.** Разрез заложен в 15 м от кургана, на пахотном поле. Предположительно, поля вокруг кургана орошались и орошаются в настоящее время, поэтому невозможно было отыскать ненарушенную фоновую почву вблизи кургана. Общая глубина разреза – 1,4 м.

Ahp (0-25)	7,5 YR 5/1, Однородный, темно-серый, плотный, бесструктурный, тяжелосуглинистый, влажный. Граница ровная, переход ясный по оструктуренности.
Ahk (25-76)	7,5 YR 5/2, Темно-серый, при высыхании образуются трещины, плотный, среднесуглинистый, влажный, зернистый с элементами ореховатости. Редкие включения журавчиков и карбонатного мицелия. Граница волнистая, переход постепенный.
AhBk (76-140..)	7,5 YR 6/1, Неоднородный, на темно-сером фоне коричневые и палевые пятна, плотный, влажный, среднесуглинистый, ореховато-комковатый. Карбонатный мицелий и белоглазка.

**Почва – агрочернозем миграционно-сегрегационный мощный легкоглинистый на лессовидных карбонатных суглинках, Haplic Chernozem Aric Loamic.**

### Ключевой участок «Шумный»

Горизонт	Мощность	Цвет	Структура	Видимые формы КНО	Зоотурбириванность
<i>Современная почва, Разрез Ш-6ф, Ш-7ф</i>					
<i>Агрочернозем миграционно-сегрегационный сверхмощный легкоглинистый на лессовидных карбонатных суглинках</i>					
<i>Haplic Chernozem (Loamic, Pachic, Aric)</i>					
Ap	0-22	10YR 2/1	глыбистая	-	
Ah(p)	22-45	10YR 3/1	копрогенная, комковато-зернистая	-	



Ah(k)	45-70	10YR 3/1 - 2/2	мелкокомковато-зернистая	слабовыраженный мицелий	прямые норы (0,5-1 см в d)
ABk	70-150	10YR 4/2	угловато-комковатая с зернистостью	псевдомицелий, трубочки и уплотненная белоглазка	
Bk	150-210	10YR 6/4	крупнокомковатая	мелкая белоглазка, единично - крупная до 1,5 см в d	
BCk	190-230	10YR 6/6 - 6/4	глыбисто-комковатая	скопления уплотненной белоглазки, псевдомицелий, карбонатные трубочки	

**Погребенная почва, Разрез Ш-1п, Ш-2п, Ш-3п - Северо-кавказская раннекатакомбная культура (XXVIII – XXVII вв. до н.э.)**

чернозем типичный сверхмощный или миграционно-сегрегационный сверхмощный, легкоглинистый на лессовидных суглинках  
*Haplic Chernozem (Loamic, Pachic)*

Ahkb1	0-50	10YR 3/2	комковато-зернистая	карбонатные выпоты и нитевидные формы карбонатов	прямые и обратные норы землероев (0,8-1,2 см в d), корнеходы с обилием капролитов, покрытые карбонатными выпотами
Ahkb2	50-110	10YR 4/2	крупнокомковато-зернистая	псевдомицелий	
ABkb	110-150	10YR 5/3 - 5/4	призматически-угловато-комковатая	мицелий, белоглазка (не более 0,5 см в d)	
Bkb	150-210	10YR 6/4 - 5/4/	призматическая	максимум мицелия и карбонатные трубочки	
BCkb	210-250		бесструктурный	мицелий, карбонатные трубочки, белоглазка уплотненная (1 см в d)	

**Погребенная почва, Разрез Ш-4п, Ш-5п - Раннекатакомбная культура (XXVIII-XXV до н.э.)**  
 чернозем типичный сверхмощный или миграционно-сегрегационный сверхмощный, легкоглинистый на лессовидных суглинках  
*Haplic Chernozem (Loamic, Pachic)*

Ahkb1	0-50	10YR 3/2	комковато-угловатая с зернистостью	псевдомицелий, белоглазка (0.3-0.4 см в d)	прямые и обратные норы землероев, промицелированные корнеходы
Ahkb2	50-110	10YR 3/2 - 3/3	комковато-зернистая	псевдомицелий, карбонатный налет на гранях крупных педов, белоглазка (0.3-0.4 см в d)	
ABkb	110-150	10YR 4/2	комковато-зернистая непрочная	псевдомицелий, единичная белоглазка	
Bkb	150-210	10YR 5/4 - 6/4	призматическая с ореховатостью и копролитами	карбонатный псевдомицелий, белоглазка (до 1,5 см в d)	
BCkb	210-250	10YR 6/4	глыбистая, неясно-комковатая	белоглазка уплотненная	

**Погребенная почва, Разрез Ш-8п. Позднекатакомбная культура (XXV-XXII вв. до н.э.)**  
 чернозем типичный сверхмощный или миграционно-сегрегационный сверхмощный, легкоглинистый на лессовидных суглинках  
*Haplic Chernozem (Loamic, Pachic)*

Ahkb1	0-50	10YR 3/2 -	комковато-	мицелий	
-------	------	------------	------------	---------	--

Ahkb2	50-110	3/1 10 YR 4/2 - 3/2	угловатая с зернистостью мелкопризматическ ая, комковато- зернистая	мицелий	
ABkb	110-150	10YR 4/3	призматически крупно-комковатая	мицелий	
Bkb	150-210	10YR 5/4	призматическая	максимальная выраженность карбонатных трубочек и уплотненной белоглазки (до 2 см в d) - около 5% от среза горизонта	преобладание «старых» нор землероев, слабо промицелированные корнеходы
BCkb	210-250	10YR 6/4 - 5/4	глыбистая, неясно- комковатая	уплотненная белоглазка до 4-5 см в d – около 7% от среза горизонта	

**Погребенная почва, Разрез Ш-9п. Срубная культура (XV-X вв. до н.э.)**

*чернозем выщелоченный сверхмощный или миграционно-сегрегационный сверхмощный, легкоглинистый на  
лессовидных суглинках*

*Haplic Chernozem (Loamic, Pachic)*

Ahkb1	0-50	10YR 2/2	комковато- зернистая	-	
Ahkb2	50-110	10YR 3/3	крупнокомковатая	-	
ABkb	110-150	10YR 4/3	призматически крупно-комковатая	мицелий	
Bkb	150-210	10YR 5/3	призматическая	скопления уплотненной белоглазки, псевдомицелий, карбонатные трубочки	единичные норы землероев, промицелированные корнеходы
BCkb	210-250	10YR 6/4	глыбистая	скопление уплотненной белоглазки	

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

## Спорово-пыльцевые данные изученных почв

Таблица 1. Спорово-пыльцевые данные педохроноряда в кургане Эссентукский I

Состав спорово-пыльцевых спектров	Номера палеопочвенных разрезов		
	Ес2п-18	Ес4п-18	Ес5ф-18
Всего пыльцы древесной растительности, %	84,9	77,2	48,4
Всего пыльцы травянистой растительности, %	4,8	9,8	32,5
Всего спор, %	10,3	13,0	19,1
Всего насчитано зерен	126 шт.	184 шт.	157 шт.
<i>Picea orientalis</i> L.	3,7	1,4	
<i>Pinus sect. Sula</i>	44,8	42,9	22,4
<i>P. sylvestris</i> L.	21,5	19,0	10,5
<i>Abies aff. alba</i> Mill.	2,8	2,1	2,6
<i>Larix aff. polonica</i> Racib.		2,1	2,6
<i>Juniperus communis</i> L.		7,9	6,6
<i>Ephedra</i> sp.		0,7	
<b>Всего пыльцы голосеменных растений, % от суммы пыльцы древесных</b>	<b>72,9</b>	<b>76,1</b>	<b>44,7</b>
<i>B. sect. Fruticosa</i>		1,4	5,3
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	1,9	2,8	9,2
<i>Corylus avellana</i> L.	2,8	2,8	6,6
<i>Carpinus betulus</i> L.	8,4	2,2	7,9
<i>C. orientalis</i> Mill.	1,9		3,9
<i>Fagus aff. orientalis</i> Lipsky			2,6
<i>Acer aff. campestre</i> L.	2,8		1,3
<i>Juglans regia</i> L.	1,9	2,1	
<i>Ulmus scabra</i> Mill.		4,2	2,6
<i>Celtis caucasica</i> Willd.			5,3
<i>Jasminium fruticans</i> L.	6,5	7,0	7,8
<i>Fraxinus oxycarpa</i> Willd.		1,4	
<i>Purus communis</i> L.	0,9		
<i>Salix cinerea</i> L.			2,6
<b>Всего пыльцы покрытосеменных древесных растений, % от суммы пыльцы древесных</b>	<b>27,1</b>	<b>23,9</b>	<b>55,3</b>
<i>Chenopodiaceae</i>		9,5	27,2
<i>Compositae</i>	5,3	7,1	14,8
<i>Asteraceae</i>		4,8	
<i>Asarum europaeum</i> L.		2,3	
<i>Apiaceae</i>			1,2
<i>Typhaceae</i>		2,3	
<i>Liliaceae</i>	10,6		
<i>Poaceae</i>	15,7	14,6	1,2
<i>Urticaceae</i>			3,7
<i>Nelumbo capsicum</i> (DC.) Fisch.	10,5		
<i>Fabaceae</i>			4,9
<i>Cyperaceae</i>			1,3
<i>Rosaceae</i>			4,9
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	5,3	2,3	3,7
<b>Всего пыльцы травянистых растений, % от суммы травянистых и спор</b>	<b>31,6</b>	<b>42,9</b>	<b>62,9</b>
<i>Polypodiaceae</i>	31,5	30,1	7,4
<i>Lycopodiaceae</i>	5,5		1,2
<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub.		2,8	

<i>Pteridium tauricum</i> (C. Presl) V. Krecz. Ex Grossh.		7,5	7,4
<i>Ophioglossaceae</i>	10,5	11,9	1,2
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	10,4		2,4
<i>Selaginella</i> sp.			4,9
<i>Huperzia petrovii</i> Sipl.			1,2
<i>Sphagnum</i> sp.	10,5	4,8	2,7
<i>Bryales</i>			8,7
<b>Всего спор, % от суммы травянистых и спор</b>	<b>68,4</b>	<b>57,1</b>	<b>37,1</b>

Таблица 2. Спорово-пыльцевые данные педохроноряда в кургане Бейсузжек IX

Состав спорово-пыльцевых спектров	Номера палеопочвенных разрезов		
	Бсж1п-17	Бсж2п-17	Бсж3п-17
Всего пыльцы древесной растительности, %	48,1	39,3	39,7
Всего пыльцы травянистой растительности, %	36,4	40,3	48,0
Всего спор, %	15,5	20,4	12,3
Всего насчитано зерен	187 шт.	206 шт.	229 шт.
<i>Picea sect. Eurpicea</i>	5,5	3,7	
<i>P. sect. Omorica</i>	1,1		
<i>Pinus aff. kochiana</i> Klotzsch ex C. Koch	15,5	8,6	4,4
<i>P. sylvestris</i> L.	20,2	14,8	13,2
<i>Abies alba</i> Mill.	2,2		
<i>Larix polonica</i> Racib.	2,2	2,5	
<i>Juniperus communis</i> L.	1,1	16,1	5,5
<i>Ephedra distachya</i> L.			2,2
<b>Всего пыльцы голосеменных растений, % от суммы пыльцы древесных</b>	<b>47,8</b>	<b>45,7</b>	<b>25,3</b>
<i>Betula sect. Albae</i>	10,0	8,6	13,2
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. et <i>A. incana</i> (L.) Moench	5,6	4,9	12,1
<i>Corylus avellana</i> L.	7,8	4,9	3,3
<i>Carpinus betulus</i> L.	5,6	3,7	4,4
<i>Tilia cordata</i> Mill.	2,2	3,7	12,1
<i>Quercus robur</i> L.	8,9	6,4	9,8
<i>Ulmus laevis</i> Pall. et <i>U. glabra</i> Huds.	3,3	8,6	8,8
<i>Juglans regia</i> L.	3,3	4,9	
<i>Acer tataricum</i> L.	2,2	1,2	3,3
<i>Legustrum vulgare</i> L.	1,1		
<i>Jasminium fruticans</i> L.		2,5	2,2
<i>Salix cinerea</i> L.	2,2	3,7	5,5
<i>Fraxinus oxycarpa</i> Willd.		1,2	
<b>Всего пыльцы покрытосеменных древесных растений, % от суммы пыльцы древесных</b>	<b>52,2</b>	<b>54,3</b>	<b>74,7</b>
<i>Chenopodiaceae</i>	6,2	4,8	10,8
<i>Compositae</i>	17,5	7,2	9,4
<i>Artemisia pontica</i> L.	3,1	1,6	
<i>A. scoparia</i> Waldst. Et Kit.			
<i>Asteraceae</i>		7,4	
<i>Serratula gmelinii</i> Tausch		3,1	
<i>Poaceae</i> в том числе			
<i>Aff. Dactylus glomerata</i> L.	4,1	5,6	7,2
<i>Apiaceae</i>	3,1	0,8	4,3
<i>Lavatera thuringica</i> L.	4,1		
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.			0,7
<i>Nelumbo capsicum</i> (DC.) Fisch		1,6	

<i>Liliaceae</i>	3,1	1,6	
<i>Tulipa schrenkii</i> Regel		0,8	0,7
<i>Lamiaceae</i>		4,0	
<i>Urticularia vulgaris</i> L.		0,8	
<i>Valeriana tuberosa</i> L.	13,4	7,2	7,2
<i>Viola palustris</i> L.		1,6	
<i>Veronica dentate</i> Schmidt			2,9
<i>Rosaceae</i>	7,2		8,7
<i>Androsace elongata</i> L.		4,0	6,5
<i>Rubus idaeus</i> L.			1,4
<i>Fragaria campestris</i> Stev.			2,6
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.			0,7
<i>Portulaca oleraceae</i> L.		2,4	0,7
<i>Androsace elongate</i> L.		0,8	
<i>Polygonum bistorta</i> L.		1,6	
<i>Fagopyrum sagittatum</i> Gib.			1,5
<i>Linum lanuginosum</i> Juz.		0,8	
<i>Ranunculaceae</i>		0,8	
<i>Fabaceae</i>	5,2	4,0	6,5
<i>Tamarix lexa</i> Willd.		4,0	4,3
<i>Sambucus nigra</i> L.			3,6
<b>Всего пыльцы травянистых растений, % от суммы травянистых и спор</b>	<b>70,1</b>	<b>66,4</b>	<b>79,7</b>
<i>Polypodiaceae</i>	19,6	14,4	0,7
<i>Lycopodiaceae</i>		2,4	0,7
<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub.	1,0	4,8	0,7
<i>Diphazium complanatum</i> (L.) Rothm.	1,0	0,8	
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	1,0		
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn. ex Decken			3,6
<i>P. tauricum</i> (C. Presl)V. Krecz. Ex grossh.	1,0	2,4	
<i>Botrychium virginianum</i> (L.) Sw.	1,0	1,6	1,4
<i>Anogramma leptophylla</i> (L.) Link			0,7
<i>Osmunda</i> sp.		0,8	
<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) Linc.		1,6	
<i>Sphagnum obtusum</i> Warnst.	4,3	0,8	5,6
<i>Bryales</i>	1,0	4,0	7,2
<b>Всего спор, % от суммы травянистых и спор</b>	<b>29,9</b>	<b>33,6</b>	<b>20,3</b>

Таблица 3. Спорово-пыльцевые данные педохроноряда в кургане Шумный

Состав спорово-пыльцевых спектров	Номера палеопочвенных разрезов							
	Ш-1п	Ш-2п	Ш-3п	Ш-4п	Ш-5п	Ш-8п	Ш-9п	Ш-6ф
Всего пыльцы древесной растительности, %	34,3	30,4	47,9	28,5	36,4	31,5	43,3	44,8
Всего пыльцы травянистой растительности, %	47,8	56,3	35,7	50,4	40,5	45,3	38,3	38,7
Всего спор, %	17,9	13,3	16,4	21,1	23,1	23,2	18,4	16,5
Всего насчитано зерен, шт	201	135	171	274	173	181	141	232
<i>Picea aff. abies</i> (L.) Karst.		2,4	3,6	1,3				
<i>Pinus sect. Sula</i>	24,6	31,8	25,6	25,6	15,9	36,8	16,4	27,9
<i>P. sylvestris</i> L.							13,1	10,6
<i>Abies aff. alba</i> Mill.	2,9				1,6			
<i>Larix aff. polonica</i> Racib.					1,6			
<i>Juniperus communis</i> L.	4,3	7,3	18,4	6,4	6,3		6,6	5,8

<b>Всего пыльцы голосеменных растений, % от суммы пыльцы древесных</b>	<b>31,8</b>	<b>41,5</b>	<b>47,6</b>	<b>66,7</b>	<b>25,4</b>	<b>36,8</b>	<b>36,1</b>	<b>44,2</b>
<i>B. sectAlbae et Fruticosa</i>	20,3	19,5	9,8	12,8	11,1	10,5	13,1	18,3
<i>Alnus glutinosa (L.) Gaertn.</i>	18,8	12,2	6,1	11,6	12,7	10,5	6,6	3,8
<i>Corylus avellana L.</i>	4,5		4,8	3,8	9,5	5,3		2,9
<i>Carpinus betulus L.</i>	5,8		3,8		6,5	3,5		
<i>Celtis aff. caucasica Willd.</i>					3,2			
<i>Quercus robur L.</i>	4,3	9,7	4,8	10,2	6,3	1,7	6,6	1,9
<i>Acer aff. platanoides L.</i>	1,4			3,8	4,8	3,6	4,9	
<i>Tilia cordata Mill.</i>	2,9						3,3	1,9
<i>Legustrum vulgare L.</i>							3,3	
<i>Juglans regia L.</i>			2,4	6,4	3,1	3,5		1,9
<i>Ulmus aff. foliacea Gilib.</i>	5,9	7,3	9,8	8,9	11,1	12,3	14,6	12,6
<i>Fraxinus oxycarpa Willd.</i>			3,6	3,8	3,2	7,0	6,6	6,7
<i>Salix cinerea L.</i>	4,3	4,9	7,3	5,4	3,1	5,3	4,9	5,8
<b>Всего пыльцы покрытосеменных древесных растений, % от суммы пыльцы древесных</b>	<b>68,1</b>	<b>58,5</b>	<b>52,4</b>	<b>66,7</b>	<b>74,6</b>	<b>63,2</b>	<b>63,5</b>	<b>55,8</b>
<i>Chenopodiaceae</i>	7,7	8,6	3,4	19,9	5,5	18,6	7,5	24,4
<i>Compositae</i>	3,2		3,3	7,2	2,7	4,0		3,9
<i>Artemisia sp.</i>					0,9			
<i>Asteraceae</i>		1,1						
<i>Cirsium oleraceum (L.) Scop.</i>	12,1	11,7	4,5	5,2	14,5	4,2		2,3
<i>Aretium tomentosum Mill.</i>							1,3	
<i>Arenaria graminifolia Schrod.</i>						1,6		
<i>Scobiosa ochroleuca L.</i>							1,3	
<i>Crassulaceae</i>								0,8
<i>Sedum acre L.</i>				0,5				
<i>Hedera taurica Coer.</i>				2,0				
<i>Althaea officinalis L.</i>							1,3	
<i>Jasminium fruticans L.</i>					1,8		2,5	3,9
<i>Grossulariaceae</i>				0,5				
<i>Cichoriaceae</i>	4,5	10,6	5,6	7,1		12,1	16,1	7,8
<i>Liliaceae</i>	0,7	7,4		2,6	0,9	3,2	3,8	3,1
<i>Lilium aff. martagon L.</i>	0,7			0,5	2,7			
<i>Asphodelina lutea (L.) Roichend.</i>			1,2					
<i>Urticaceae</i>	0,7					0,8		0,8
<i>Polygonaceae</i>								0,8
<i>Polygonum amphiliium L.</i>				1,1				
<i>Polygonum bistorta L.</i>							5,0	
<i>Valerianaceae</i>								1,7
<i>Valeriana aff. stolonifera Crern.</i>							1,3	
<i>Polemonium coeruleum L.</i>					1,8			
<i>Fabaceae</i>	4,5	6,4	4,6	5,2	1,8	7,2	5,0	3,1
<i>Ranunculaceae</i>		2,1						
<i>Adonis wolgensis Stev.</i>					0,9			
<i>Hippophae rhamnoides L.</i>	3,2							
<i>Scheuchzeria palustris L.</i>		2,1		2,0	1,8			
<i>Linum tenuifolium L.</i>	0,7	7,4	5,6					
<i>Plumbago europaea L.</i>		3,2						
<i>Limonium capsicum (Willd) Gams.</i>							1,3	
<i>Potamogeton natan L.</i>							1,3	
<i>Nelumbo capsicum (DC.) Fisch.</i>					0,9			
<i>Gentiana aff. pneumonanthe L.</i>	0,7							
<i>Veronica beccabungae L.</i>	0,7			1,0				

<i>Poaceae</i>	23,5	12,8	20,2	6,1	20,2	8,8	6,3	10,8
<i>Lamiaceae</i>			4,4	2,0	4,5	2,4		3,9
<i>Salvia verticillata</i> L.	2,3							
<i>Glechoma hirsula</i> Waldst.		2,1						
<i>Rosaceae</i>	6,8	5,3	15,7	7,6	2,7	2,4	13,3	4,6
<i>Cyperaceae</i>	0,7	4,9						1,6
<i>Typhaceae</i>						0,8		0,8
<b>Всего пыльцы травянистых растений, % от суммы травянистых и спор</b>	<b>72,7</b>	<b>80,8</b>	<b>68,5</b>	<b>70,4</b>	<b>63,6</b>	<b>66,1</b>	<b>67,5</b>	<b>72,7</b>
<i>Polypodiaceae</i>	8,3	10,6	6,7	8,2	13,6	6,4	3,8	2,3
<i>Lycopodiaceae</i>				4,1	3,6	4,8	5,0	3,1
<i>Lycopodium selago</i> L.	2,3		4,5					
<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub.		2,2	10,1	4,1	7,2	6,5	7,5	1,6
<i>Diphazium alpinum</i> (L.) Rothm.							2,5	
<i>Pteridium tauricum</i> (C. Presl) V.	8,3		4,5	4,1	2,9	3,2	6,3	4,7
<i>Ophioglossaceae</i>	3,0	4,2	3,4	7,1	6,4	5,6	6,3	3,9
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.						3,2		3,1
<i>Hyperziaceae</i>					0,9			
<i>Osmundaceae</i>					0,9			1,6
<i>Sphagnum</i> sp.	1,5	1,1	2,3		0,9	2,4	1,3	
<i>Bryales</i>	3,8	1,1		2,0		1,6		7,0
<b>Всего спор, % от суммы травянистых и спор</b>	<b>27,3</b>	<b>19,2</b>	<b>31,5</b>	<b>29,6</b>	<b>36,4</b>	<b>33,9</b>	<b>32,5</b>	<b>27,3</b>