

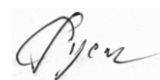
САНКТ–ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Выпускная квалификационная работа магистратуры  
по направлению 06.04.02 «Почвоведение»  
Основная образовательная программа ВМ.5522  
«Почвоведение»

**Иванова Юлия Вячеславовна**

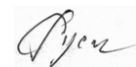
**Динамика ландшафтных изменений в позднем  
голоцене на основе изучения почв хронорядов  
Тохмеевского кургана (Чувашия)**

Научный руководитель:  
д.г.н., проф. А. В. Русаков



«25» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой:  
д.г.н., проф. А. В. Русаков



«25» мая 2022 г.

Санкт-Петербург  
2022 г.

| Содержание  | стр. |
|---|------|
| Введение.....   | 3    |
| Глава 1. Обзор литературы.....  | 4    |
| 1.1 Результаты ранее проведенных исследований изучения почв хронорядов на археологических памятниках бронзы и раннего железного века в Чувашии..... | 4    |
| Глава 2. Объекты и методы исследования.....   | 13   |
| 2.1 Местоположение объекта.....   | 13   |
| 2.2 методы исследования.....  | 20   |
| Глава 3. Результаты и обсуждение.....   | 21   |
| 3.1 Морфо-генетические исследования почв хроноряда.....   | 21   |
| 3.1.1 Фоновая почва.....  | 21   |
| 3.1.2 Погребённая почва.....  | 30   |
| 3.2 Некоторые химические и физико-химические свойства почв хроноряда.....   | 39   |
| 3.3 Результаты гранулометрического состава фоновой серой почвы и погребенной почвы археологического памятника Тохмеево-2.....                       | 43   |
| 3.4 Определение органического и минерального фосфора .....  | 50   |
| 3.5 Фитолитный анализ.....  | 51   |
| Выводы.....   | 52   |
| Литература.....   | 54   |

## Введение

В 2019 году коллективом исследователей было завершено обобщение полевых работ и аналитических материалов по изучению хронорядов почв Тохмеевского курганного могильника Тохмеево 1 (Чувашия) Абашевской культуры эпохи бронзы (Makeev et al., 2020; 2021). Ранее этими же авторами проведены исследования по изучению погребенных почв под курганами бронзового века и раннего железного века и дневных почв на других археологических памятниках Республики Чувашия (Makeev et al., 2018; Aseyeva et al., 2019). Исследователями была оценена динамика природной среды за последние 5–6 тыс. лет на основании изучения погребенных под курганом почв, дневных почв, а также морфо-генетических свойств материала курганной насыпи, в том числе так называемых «земляных кирпичей». Обобщение богатого полевого и аналитического материала по почвам хронорядов Чувашии позволило установить более или менее стабильные условия ландшафтной обстановки подзоны широколиственных лесов (на границе северной окраины лесостепи) со второй половины голоцена.

Возвращаясь к курганному могильнику Тохмеево 1, необходимо отметить, что все почвы, как погребенные, так и дневные, сформированы на лессовидных суглинках. Тем не менее, было решено дополнить данные исследования на почвах хроноряда курганного могильника Тохмеево 2, расположенного в непосредственной близости от могильника Тохмеево 1, где почвы сформированы на другой литогенной основе, а именно – на элюво-делювии пермских глин, что подразумевало оценку изменения природной среды, начиная со второй половины голоцена на примере почв, отличающихся от комплекса Тохмеево 1 как в генетическом отношении, так и в различии почвообразующих пород, на котором сформированы почвы.

**Цель данной работы** – выявить закономерности ландшафтных изменений подзоны южной тайги во второй половине голоцена на основе изучения погребенной и дневной почв кургана бронзового века Тохмеево 2 (Чувашия).

Для достижения цели решались следующие **задачи**:

- Провести сравнительный морфо-генетический анализ погребенной и дневной почв кургана для выявления степени изменения строения и свойств почв хроноряда с учетом диагенеза за последние ~ 5 тысяч лет.

- Выявить устойчивые признаки в профильной организации и свойствах погребенной под курганом текстурно-дифференцированной почвы, отражающие ландшафтные условия конца атлантического периода голоцена.

- Изучить морфологию и свойства материала курганной насыпи, их сравнение с горизонтами почв хронология для выявления тренда изменения ландшафтных условий в среднем-позднем голоцене.

## Глава 1. Обзор литературы.

### *1.1 Результаты ранее проведенных исследований изучения почв хронология на археологических памятниках бронзы и раннего железного века в Чувашии.*

В связи с тем, что объекты нашего исследования – хронология почв (погребенная под курганом и фоновая) расположены в курганном могильном комплексе Тохмеево 2 абашевской культуры, то представляется уместным привести ниже некоторые важные особенности поселенцев абашевской культуры, существовавшей в среднем голоцене на территории современной Республики Чувашия.

Около середины III тыс. до н.э. поздняя Ямная культура распадается на две крупные культурные области – Катакомбную на западе, между Днепром и Волгой, и Полтавкинскую на востоке, между Волгой и Уралом (XXV-XX вв. до н.э.). Несколько позднее на северной периферии этого культурного горизонта возникает Абашевская культура (XXII-XVIII вв. до н.э.), распространяющаяся от левобережья Днепра до Тобола. Преимущественно Абашевцы были скотоводами. На данный момент известно более двухсот их поселений, которые, однако, были недолговечными. Мертвых абашевцы хоронили под уплощенными насыпями, вокруг которых часто возводились кольцевые или прямоугольные сооружения из столбов. Могильные ямы иногда облицовывались деревом или камнем. Тела укладывались на спину с вытянутыми или подогнутыми ногами, обычно головой на восток или юго-восток. Захоронения, как правило, бывают одиночными, реже коллективными, иногда встречаются кенотафы. У абашевцев Средней Волги существовали три основных культа: солярный культ, культ огня и культ мертвых. Уже в этот период формируется трихотомическая модель мироздания: подземный, земной и небесный миры. Свидетельством наличия у абашевцев трихотомической модели мироздания является существование у них развитого погребального обряда с положением умершего в могильную яму и созданием курганной насыпи. Здесь фиксируются все три мира: подземный мир с погребенным в могильной яме; мир земной на уровне погребенной почвы со следами жертвоприношений: кости животных, керамика, кремневые орудия и мир небесный – сама полусфера кургана (Большов, 2011).

В этой сфере свои исследования проводили различные республики и области: в Чувашии, Марийской республики на Южном Урале и в Пермской области. Еще в 1954 г. К. В. Сальников указал на сходство абашевского орнамента с узорами на керамике среднеднепровской культуры. «Элемент орнамента, в виде группы вертикальных отрезков,

— пишет он, — зарождается еще в среднеднепровской культуре». Изучение керамики — очень важный элемент для изучения времени погребения, так как он неотъемлемо связан с погребальными обрядами, позволяющие говорить об исключительной ценности раскопок курганов тех лет. Керамика представлена двумя группами: одна группа содержит обломки толстостенных двухслойных сосудов плохого обжига, другая — фрагменты тонкостенной, плотной посуды хорошего обжига (Каховский, Павлов, 1964).

Численно преобладает двухслойная керамика, содержащая примеси дресвы, шамота и мелкозернистого песка. Тохмеевская группа поселений относится к поздним этапам фатьяновской культуры, к началу второй половины II тысячелетия до н. э. Наличие абашевидной керамики на этих поселениях, по всей вероятности, свидетельствует о начале процесса формирования абашевской культуры в результате взаимодействия пришлых срубных племен с фатьяновским (Каховский, Павлов, 1964).

Тохмеевский могильник является самым крупным из обследованных до сих пор могильников эпохи бронзы в Чувашии: в нем насчитывается 48 курганов, преимущественно круглых в плане, диаметром от 6 до 20 м, высотой от 0,3 до 2 м. Часть курганов расположена в мелколесье, на опушке леса, основная масса их находится в дубраве и заросла орешником и дубом значительных размеров (до 35–40 см в диаметре). Обрастание курганов кустарником, естественно, произошло после сооружения насыпей, которые в древности находились, по-видимому, в открытой местности (Каховский, Павлов, 1964).

Местоположение нашего объекта исследования было установлено еще в 2000-е гг. жителем деревни Тохмеево. По его указанию памятник описан в 2008 г. разведочным отрядом ЧГИГН (Березин и др., 2008). Экспедиторы предположили, что курганный могильник 2 относится к эпохе бронзы. Однако нельзя рассматривать этот археологический памятник отдельно от ещё одного значимого для общего понимания тенденции изменения фоновых почв после их погребения при возведении курганных насыпей, курганного могильника Тохмеево 1. Поэтому мы не могли не обратиться к анализу недавно проведенных исследованиям почв хронорядов, включающих фоновые и погребенные почвы бронзового (абашевская культура) и раннего железного века. В ряде недавно опубликованных работ (Makeev et al., 2020; 2021) представляется возможность при интерпретации фактического материала обратить внимание на изменение морфогенетических свойств погребенных почв, изменения их диагенетических свойств после погребения, а также оценить вариабельность морфологического строения фоновых почв. Исследования проводились в пределах курганного могильника бронзового века Тохмеево 1, где исследованы почвы разрезов Тх-2ф-18 (фоновая) и Тх-1п-18 (погребенная).

Нами были также изучены материалы, изложенные в статьях по хронорядам курганных насыпей и городищ Чувашии, в которой говорится о результатах исследования могильников бронзового века на территории Цивильска (Aseyeva et al., 2019) находящийся юго-восточнее относительно Тохмеево-1 и Тохмеево-2, и могильников раннего железного века на территории Ядрина (Makeev et al., 2018), который расположен на западе Чувашии, на границе с Нижегородской областью.

В последних исследованиях авторы приходят к выводу о том, что Тх-2ф-18 (фоновая) и Тх-1п-18 (погребенная) почвы развивались на одной и той же литогенной основе (покровных суглинках) и в сходных рельефных условиях участка, так как разрезы почв хроноряда располагались в непосредственной близости друг от друга. Выявлены относительно стабильные ландшафтные условия в позднем голоцене. Устойчивость ландшафта на исследуемой территории в этот период подтверждается также ранее опубликованными данными, основанные на сравнении поверхностных и погребенных почв в непосредственной близости от Тохмеево, а именно Сареевского курганное кладбище раннего железного века (Aseyeva et al., 2019) и Таушкасийское курганное кладбище бронзового века (Makeev et al., 2018).

**Приведем характеристику исследованного ранее района фоновой и погребенной почвы Тохмеево 1.** По рисунку 1, мы видим местоположение могильника Тохмеево 1 и Тохмеево 2 (объект нашего исследования) расположенного в 20 км к югу от столицы Чувашской Республики Чебоксары в северной части Приволжской возвышенности (Арчиков, 1998). Возвышенность имеет ровную поверхность с высотой 180–200 м над уровнем моря. Ближе к речным долинам склоны возвышенности хорошо расчленены густой сетью глубоких оврагов.

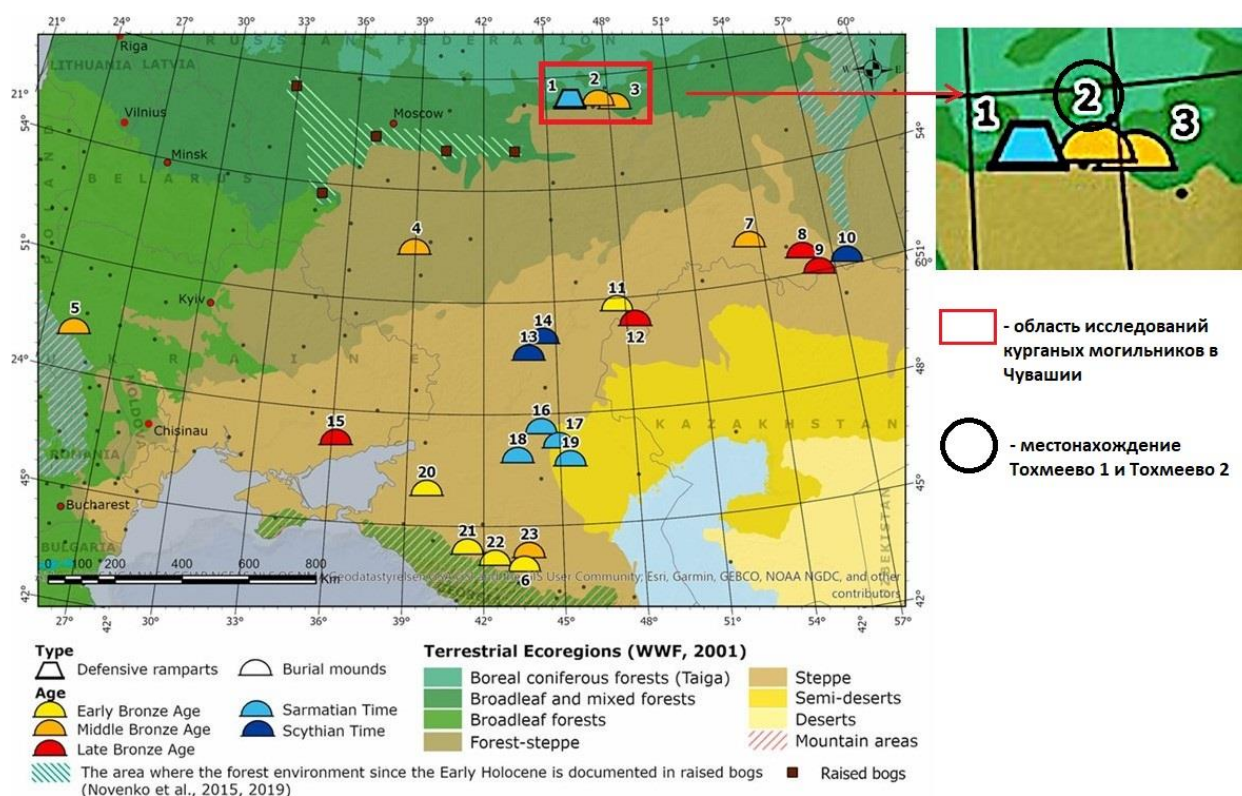


Рисунок 1. Схема расположения археологических памятников 2-Тохмеево (отмечен черным кружком), 1-Ядрин (Сарево городище раннего железного века) и 3- Цивильска (Таушкасийское курганное кладбище бронзового века) (Арчиков, 1998).

Геологическая особенность памятника Тохмеево 1 характеризуется наличием верхнепермских осадочных пород (песчаники, известняки, доломиты) и четвертичных отложений мощностью 18–20 м. Почвы на исследуемом участке сформированы на лессовидных отложениях мощностью 5–10 м. Растительность состоит из широколиственного леса с липой (*Tilia cordata*), дубом (*Quercus robur*) и Ясень (*Acer platanoides*).

Исследования включали в себя изучение дневной (поверхностной) почвы и погребённой почвы, а также материала курганной насыпи, высота которой составила 120 см. Исходным материалом являются суглинки, представляющие собой северную разновидность лесса с характерными чертами лессовых отложений: равномерным залеганием на водоразделах и склонах, вертикальными стенками в обнажениях, преобладанием в гранулометрическом составе фракции крупной пыли (Болиховская, 1995).

Рассмотрим более детальное строение профилей Тх-2ф-18 (фоновая) и Тх-1п-18 (погребенная) почв.

На рисунке 2 представлен морфологический профиль поверхностных почв. Профиль фоновой почвы типичный для дерново-подзолистых почв. Имеет хорошо развитый горизонт АУ, переходящий в переходный и светло-серый горизонт ЕL. Граница между

горизонтами удовлетворяет критерию резкого текстурного различия и проявляет хорошо выраженные ретикуловые свойства с альбиковыми глоссиками. В горизонте ВТ2 блочная структура образует призматические отдельности. Карбонатный горизонт в нижней части почвенного профиля демонстрирует обильные ризолиты и зернистые агрегаты, аналогичные описанным ранее (Makeev et al., 2019) в окрестностях городища Сареево в 50 км к западу, как верхний горизонт погребенной криосоли. Граница между горизонтом ВТ2 и горизонтом ВС<sub>t</sub> резкая. Слабое вскипание начинается с верхней части горизонта ВС<sub>t</sub>, хотя сначала отдельными участками появляется сильное вскипание, сопровождаемое совокупностью карбонатных новообразований. Карбонаты пропитывают почвенный матрикс и образуют псевдомицелий, мягкие концентрации и твердые конкреции. Горизонт ВС<sub>t</sub>, вероятно, доголоценового возраста.

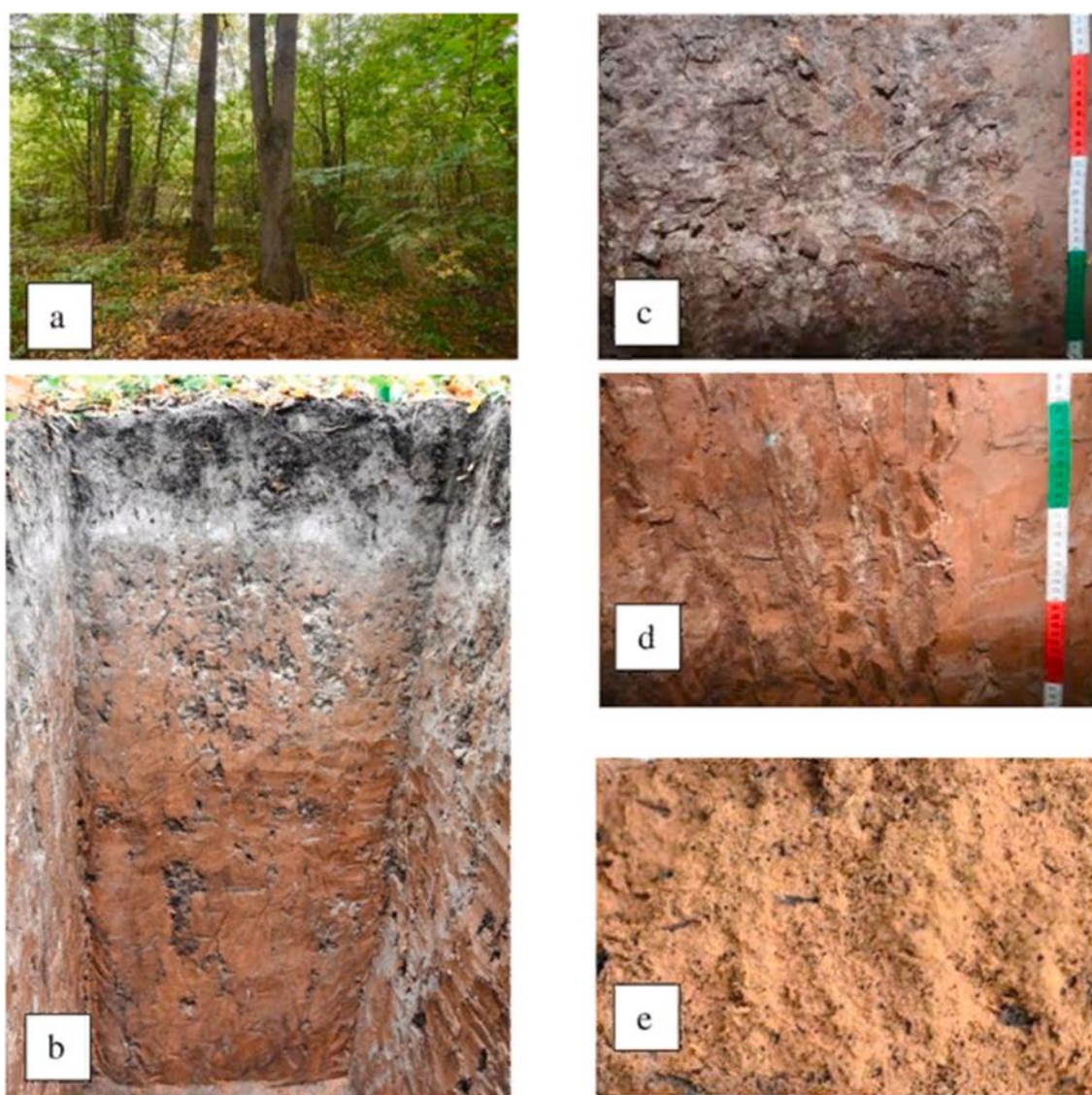


Рисунок 2. Морфологические свойства поверхностной почвы курганного могильника Тохмеево 1. Лесной покров на участке (а); Общий вид почвенного профиля (б); ретикулярные свойства в горизонте ЕВ<sub>t</sub> (в); бурые глинистые кутаны в горизонтах В<sub>t</sub>1 и В<sub>t</sub>2 (г); ризолиты в горизонте 2А<sub>h</sub>б (Makeev et al., 2020; 2021).



Немного другие особенности наблюдаются у погребенной почвы и насыпи. На рисунке 3, мы видим, что верхние 70 см земляных насыпей состоят из илисто-суглинистого отбеленного материала, взятого из горизонтов АУ и ЕL поверхностных почв при строительстве насыпей. Погребенный грунт отделен от земляного холма тонкой полосой желтого тяжелого суглинка, предположительно извлеченного из породы при рытье погребальной камеры. Еще одним ярким отличием поверхностных и погребенных почв Тохмеевского могильника 1 является наличие черных гумусовых покрытий поверх бурых глинистых кутан в горизонтах ВТ погребенной почвы. Комплекс многослойных бурых глинистых кутан сходен в текстурных горизонтах поверхностных и погребенных почв. Увеличение подвижности гуминовых веществ может быть связано с резким увеличением сильных осадков в обычно засушливые летние сезоны. Средний голоцен, по-видимому, характеризовался экстремальными осадками, сгруппированными в несколько коротких экстремальных эпизодов с магнитудами, вероятно, в пределах самых высоких рангов в голоцене (Панин и др., 2011).

Отбеленный материал также хорошо выражен, особенно на границе с текстурным горизонтом. Темные пятна в горизонте АУЕL показывают, что молликовый горизонт, вероятно, был толще и деградировал с развитием отбеленного материала, особенно выше границы резкого текстурного различия. Аржиковые горизонты сходны с поверхностными: как горизонты ВТ1, так и ВТ2 имеют сильную субангулярную блочную структуру, изменяющуюся от мелкой к грубой. Структурные единицы аржиковых горизонтов покрыты многослойными бурыми глинистыми кутанами. Еще одним ярким отличием от поверхностных почв является обилие черных гумусовых кутан поверх коричневых глинистых кутан в средней и нижней части профиля. Самый нижний горизонт обладает пористостью. Обилие ризолитов и мелкозернистая структура указывают на бывший поверхностный горизонт доголоценового криогенной почвы.

Однако констатировать, что Тх-1п-18 (погребенная) почва разительно отличается от Тх-2ф-18 (фоновой) почвы нельзя, так как обе представлены дерново-подзолистыми почвами.

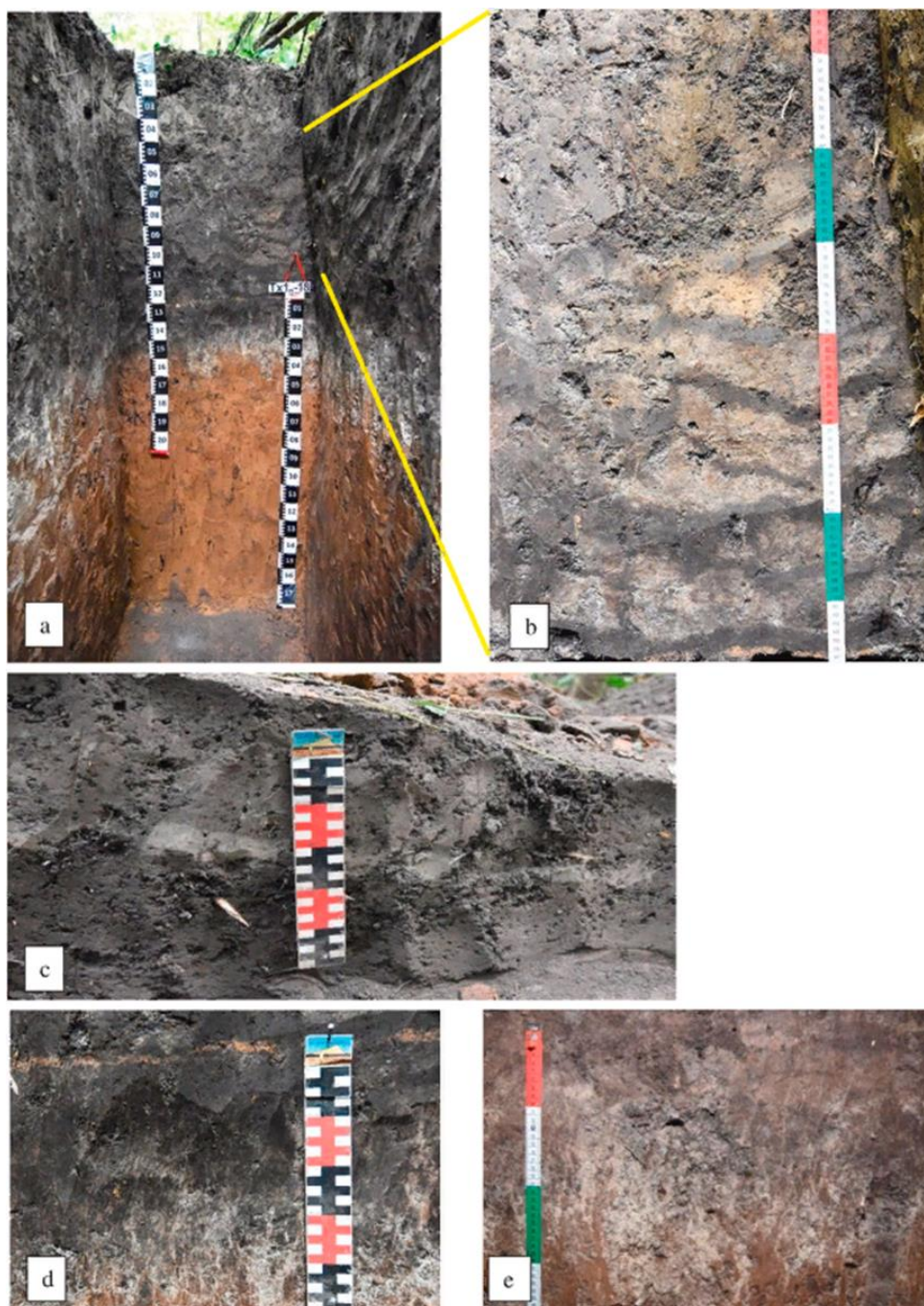


Рисунок 3. Тх-1п-18. Общий вид земляной насыпи и погребенного грунта (а) почвы курганного могильника Тохмеево 1. Центральная часть земляного кургана сложена почвенными кирпичами (б); состав земляного кургана на периферии кургана (в); погребенный грунт отделен от кургана тонким желтым слоем, выкопанным из ямы, вырытой для погребальной камеры (г). Обратите внимание на альбиковый материал и ретикуловые свойства ниже гумусового горизонта; пятна темного материала в горизонте AhEb (е). (Makeev et al., 2020; 2021).

Отличительной особенностью курганного комплекса Тохмеево 1 – это наличие земляных кирпичей. Авторы признают, что земляной курган был построен из “дерновых кирпичей”, вырезанных из разных почвенных горизонтов и выложенных в определенном порядке в земляном кургане. Цементом служил мелкоземистый материал между

кирпичами. Весьма вероятно, что абашевские племена использовали аналогичные технологии для строительства земляных насыпей.

Как поверхностные, так и погребенные почвы Тохмеевского могильника не срезаны, что подтверждается низкой изменчивостью мощности верхних горизонтов почвы со всех сторон почвенных разрезов. Мощности верхних горизонтов в поверхностных и погребенных почвах сходны. Большое количество фитоцитов наличие зерен в верхнем горизонте обеих почв является еще одним свидетельством того, что погребенная почва не срезана. Можем наблюдать, что все почвенные горизонты погребенной почвы соответствуют исходным горизонтам, сформировавшимся до сооружения кургана. Поверхностные и погребенные почвы сформировались на одной поверхности со сходным рельефом и в сходной литогенной основе. Исходя из того, что погребенные черноземы бронзового века имеют более короткие гумусовые профили, было высказано предположение, что климат в эпоху бронзы (суббореальное время – 5000–2800 лет н. э.) был более засушливым, чем современный, во всей Южной части Русской равнины (Александровский, Александровская, 2005; Чендев, Иванов, 2007).

Устойчивая и в целом однотипная ландшафтная стабильность исследуемой территории в позднем голоцене подтверждается также ранее опубликованными данными о хронорядах почв Сареевского городища (ранний железный век), Ядрин (Makeev et al., 2018). Поверхностные и погребенные почвы этого археологического памятника представляет собой ретисоль (дерново-подзолистые почвы), имеющие сходную последовательность горизонтов, морфологические и геохимические свойства, соответственно. Результаты настоящего исследования Тохмеево 1 хорошо согласуются так же и с опубликованными данными о Таушкасийском курганном кладбище среднего бронзового века в Цивильске, где поверхностные и погребенные почвы формируются на деривата пермских песчаников (Aseyeva et al., 2019). Обратимся к рисунку 4 и сопоставим три археологических вышеперечисленных памятника. Результат дает более подробную информацию об устойчивости лесной среды на южной границе лесного пояса с бронзового века до настоящего времени.

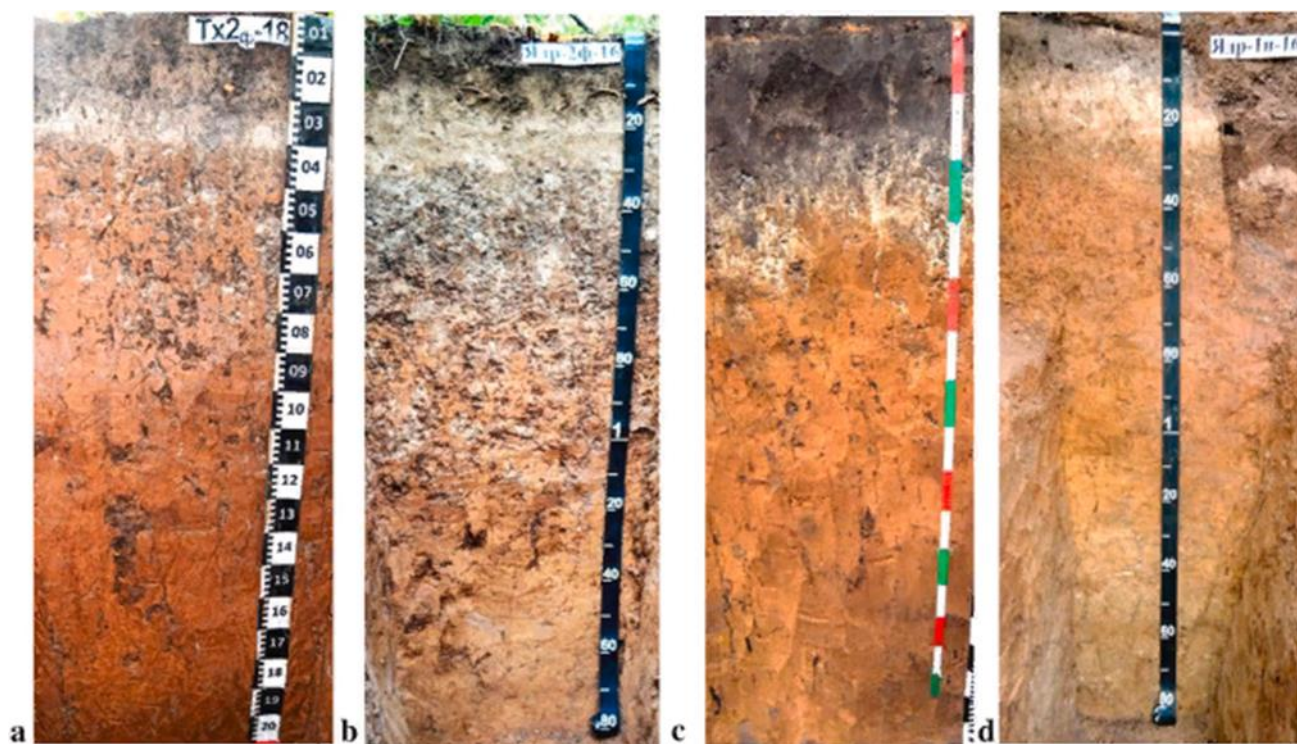


Рисунок 4. Почвы исследованных хронорядов. Фоновые почвы вокруг Тохмеевского курганного городища (а) и Сареевского городища (б); погребенные почвы Тохмеевского городища (в) и Сареевского городища (г). (Makeev et al., 2020; 2021)

Тем самым мы можем использовать данные, изложенные в упомянутых выше статьях, для анализа почв хроноряда и насыпной толщи Тохмеево 2, так как они территориально расположены вблизи к объекту нашего исследования, а, значит формировались в сходных климатических условиях, что позволяет предположить сходство тренда почвообразования в течение позднего голоцена. В сравнительном аспекте будут рассмотрены почвы хронорядов Тохмеево1 и Тохмеево 2.

## Глава 2. Объекты и методы исследования.

### 2.1 Местоположение объекта.

Объектом нашего исследования стали два полнопрофильных разреза находящихся в 2 км к юго-востоку от курганного могильника 1 (рисунок 6): Разрез Тх-1п-21 (погребенная), Тх-2ф-21 (фоновая). Район исследования расположен в 25 км к югу от столицы Чувашской Республики – Чебоксар (Рисунок 5) и в 0,5 км к ЮЗ от деревни Тохмеево, в лесу. Район, где в августе 2021 г. проводились полевые работы, расположен в северной части Приволжской возвышенности.



Рисунок 5. Схема местоположения района исследования почв хроноряда курганного комплекса Тохмеево 2 относительно Чебоксар.

Для изучения погребенной почвы одной из задач исследования было выявление тренда почвообразования в условиях зоны широколиственных лесов. Для этого был заложен фоновый разрез (рисунок 9) и серия прикопок (рисунок 10) дневных почв на некотором удалении (от 7 до 15 м) от основного разреза (рисунок 6). Поскольку курганный могильник расположен на очень пологом склоне северо-западной экспозиции с уклоном  $I = 0,04$  (рисунок 8), то серия из четырех прикопок охватывала достаточно обширную площадь для того, чтобы оценить, во-первых, степень однородности компонентного состава фоновых почв, во-вторых, выявить особенности строения средней и верхней частей

профилей почв прикопок и фонового разреза и оценить степень варьирования генетических горизонтов почв.

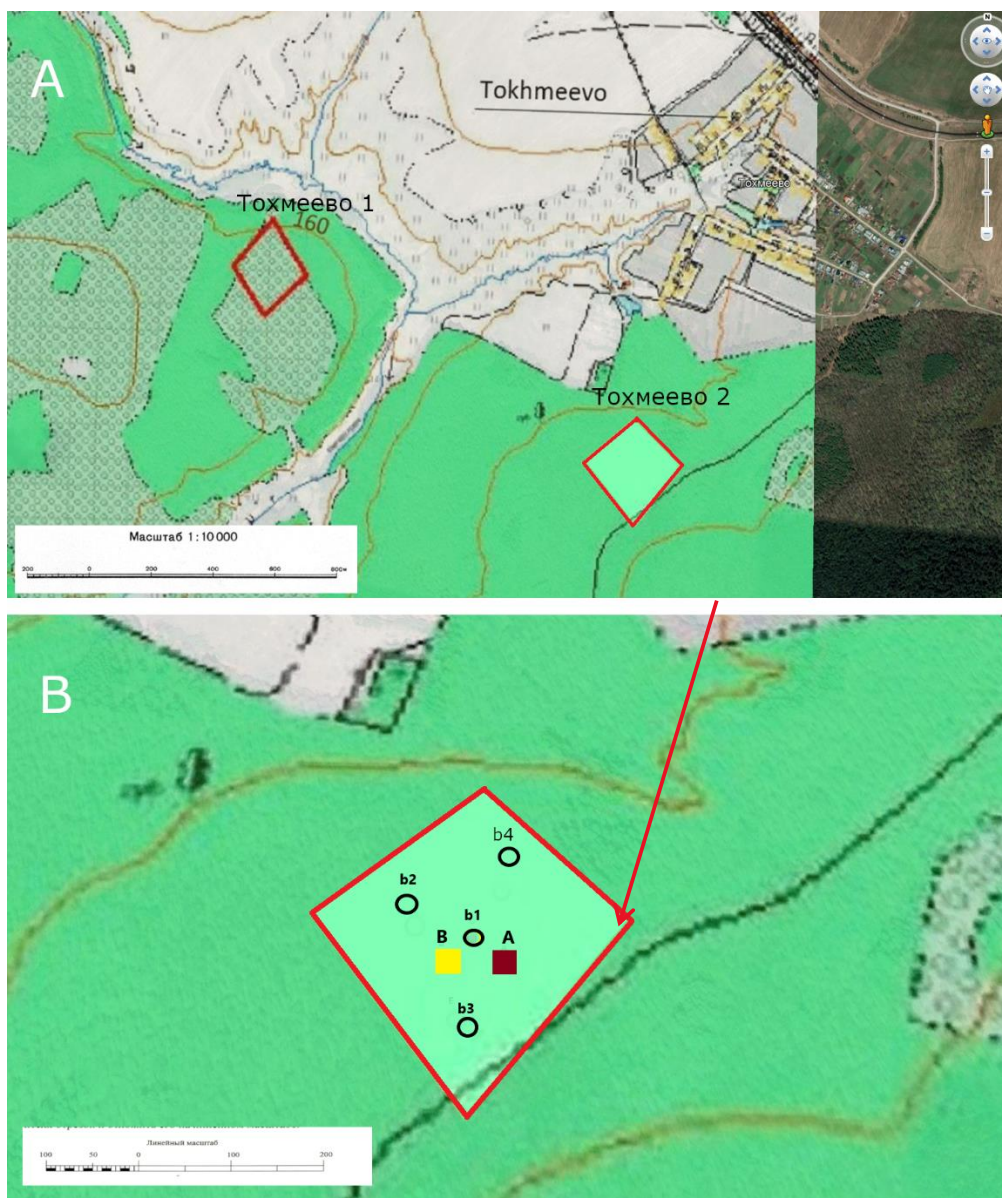


Рисунок 6. Топографическая карта района исследований (М 1:10 000, А), (М 1:200) расположение изучаемых почв. А: погребённая почва (Тх-1п-21); В: фоновая почва (Тх-2ф-21), b1-прикопка (Тх-3ф-21), b2-прикопка (Тх-4ф-21), b3-прикопка (Тх-5ф-21), b4-прикопка (Тх-6ф-21).

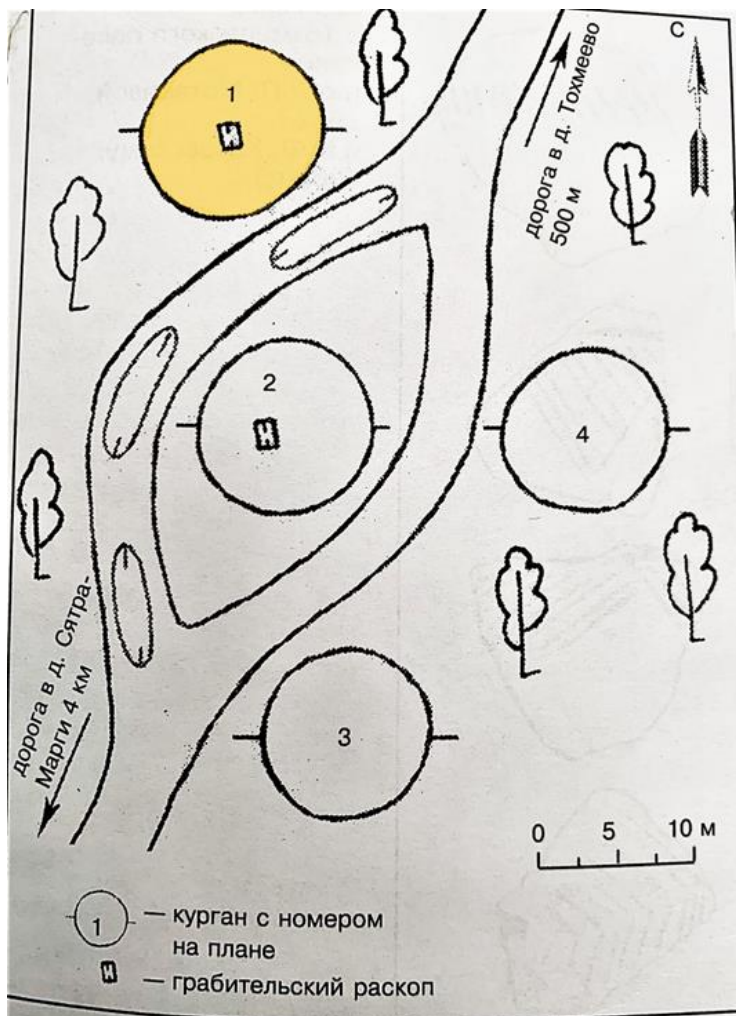


Рисунок 7. План расположения курганов Тохмеевского курганного могильника 2 (Михайлов, Березина, 2015). Желтым цветом показан изученный нами курган.



Рисунок 8. Профиль рельефа местности района исследования. Месторасположение на ней прикопок и фоновой почвы. (1: Тх-2ф-21 (фоновая почва); 2: Тх-3ф-21; 3: Тх-4ф-21; 4: Тх-5ф-21; 5: Тх-6ф-21).

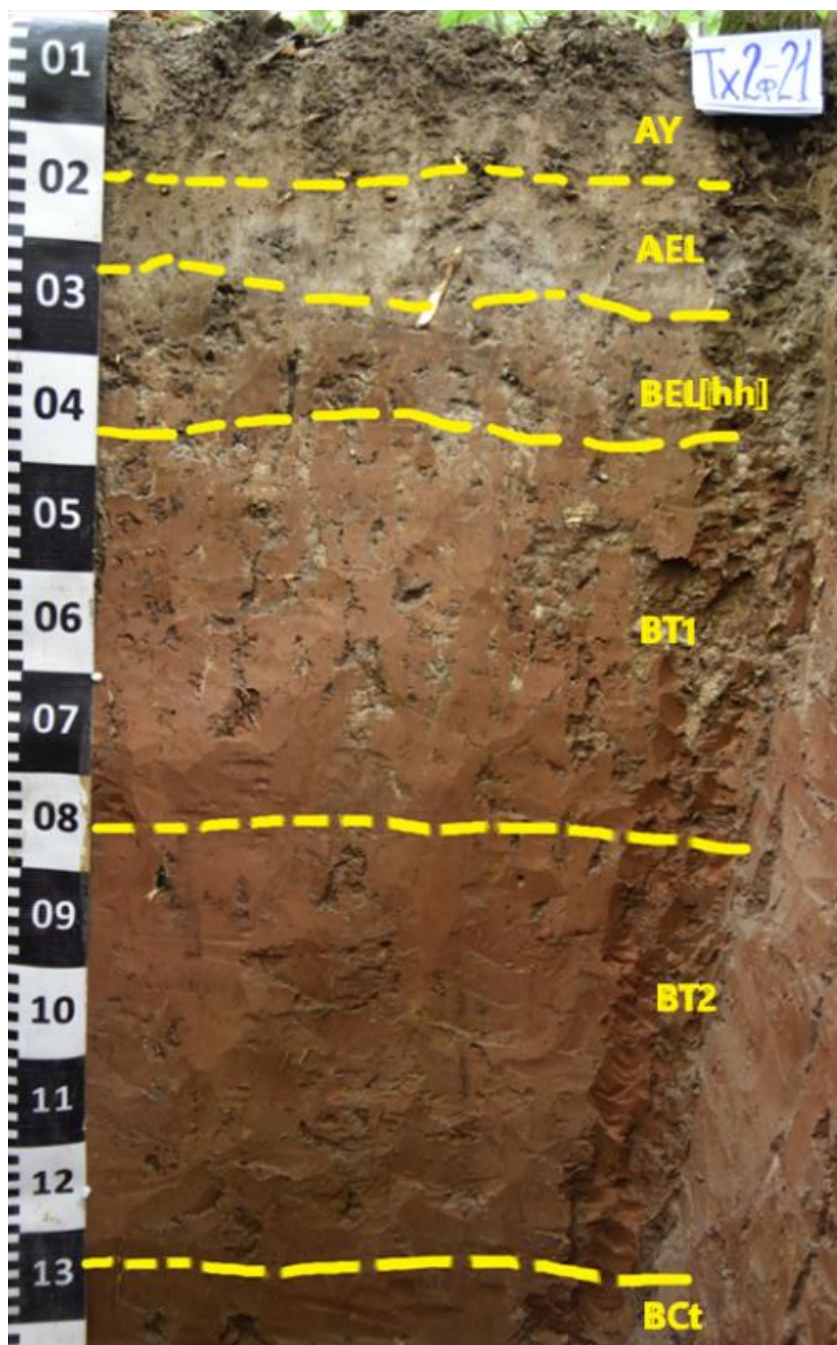


Рисунок 9. Профиль фоновой почвы (Тх-2ф-21).

Собственно, **сам** курганный могильник Тохмеево 2 состоит из 4-х расположенных рядом округлых насыпей диаметром 9,0–12,5 м, высотой 0,65–1,0 м. На двух курганах в центре есть следы кладоискательских раскопок (ямы 1,0 x 0,5 м). Курганы были открыты в 2000-е гг. Предположительно курганный могильник относится к эпохе бронзы (Михайлов, Березина, 2015).

На рисунке 7 показан изученный нами курган для изучения хронорядя почв (фоновая, погребенная, почвы на насыпи и ровика).



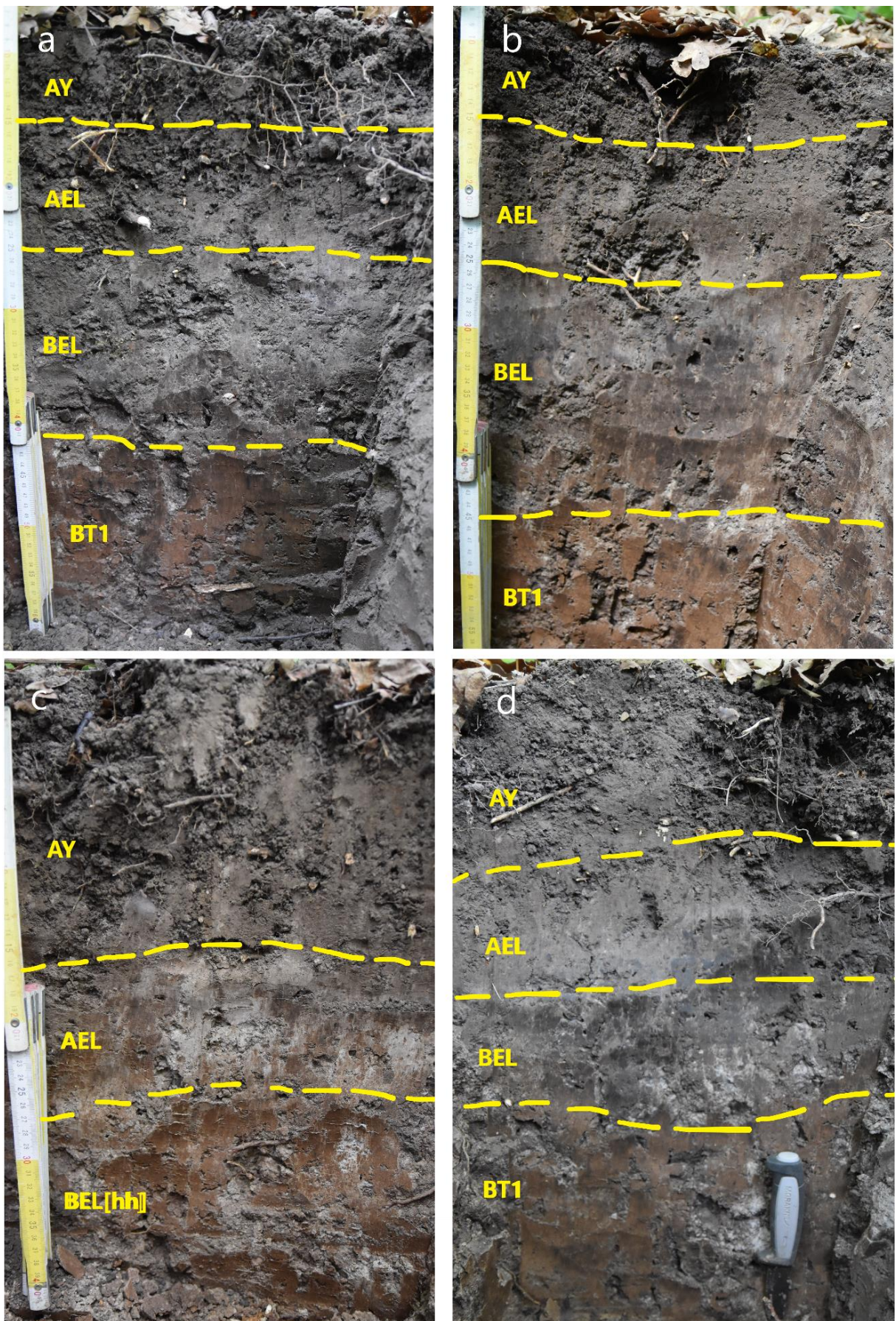


Рисунок 10. Почвенный профиль прикопок: а-Тх-3ф-21; б-Тх-4ф-21; с-Тх-5ф-21; д-Тх-6ф-21.

Для изучения была заложена траншея, вскрывающая насыпную толщу кургана и погребенную почву. Высота курганной насыпи составляет 45–47 см (рисунок 11 и 12). Общая длина траншеи от центра кургана вдоль его склона, вскрывающая борта кургана, ровик и фоновую почву, составила 580 см. Гумусовый горизонт погребенной почвы выклинивается в траншее на линии протяженностью 370 см. Ровик четко выражен в основании курганной насыпи на расстоянии от 400 см до 550 см от центра кургана. Ровик условно назван нами «замочка». Это связано с тем обстоятельством, что ровик могли специально не копать в процессе сооружения насыпи, а после образования искусственного холма (кургана), вода с плоской вершины и со всей поверхности кургана стекала к его основанию, и в почве у основания или края курганной насыпи, получавшей с момента создания кургана до настоящего времени (в течение более 4000 лет) дополнительное увлажнение. Это могло способствовать формированию более мощного темноцветного гумусового горизонта на месте ровика, или «замочки».

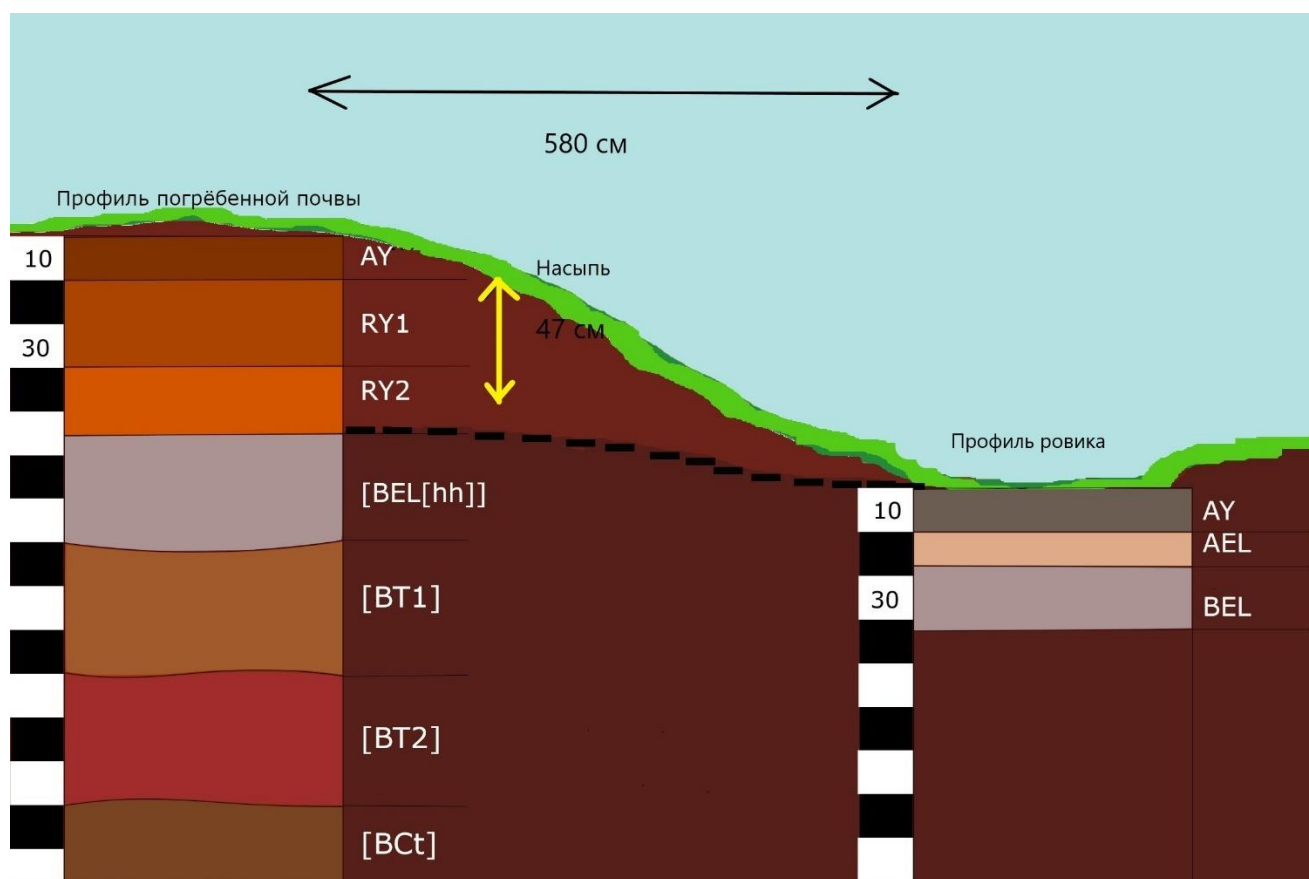
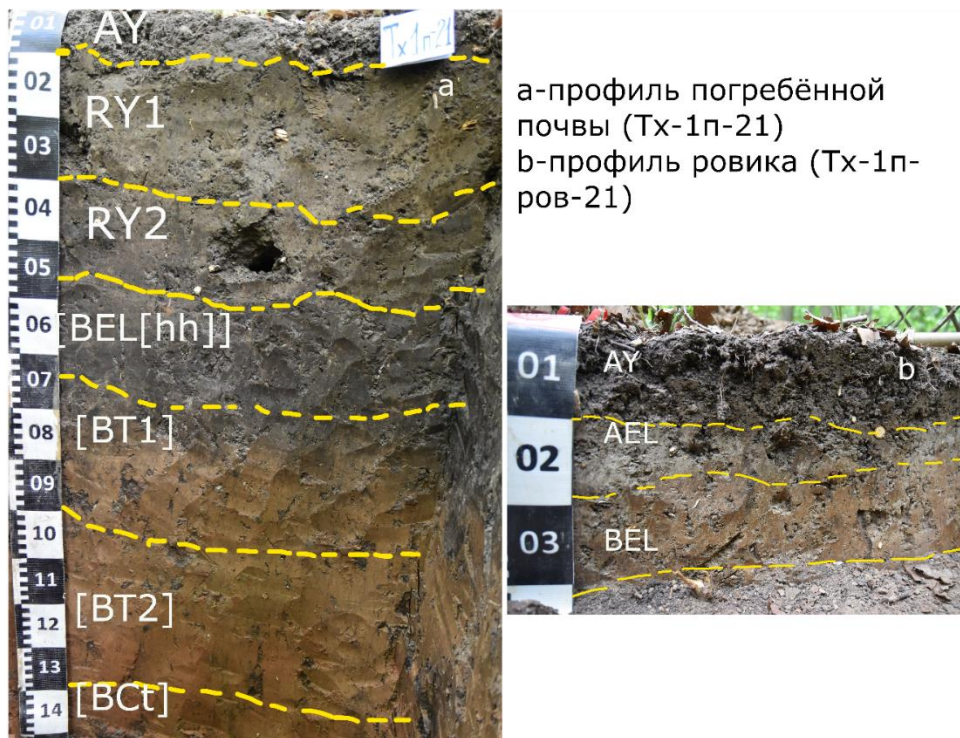


Рисунок 11. Схема рва погребённой почвы (Тх-1п-21) и ровика (Тх-1п-ров-21) Тохмеево-2.



а-профиль погребённой почвы (Тх-1п-21)  
 б-профиль ровика (Тх-1п-ров-21)

Рисунок 12. Профиль погребённой почвы и ровика Тохмеево-2.

Исходя из выявленных нами данных о местоположении, размере и характере сооружения, можно предположить, что данный курганный могильник с большой вероятностью может быть памятником абашевской культуры.



Фрагменты сосуда в курганном могильнике Тохмеево-2  
 а-фрагмент основания сосуда  
 б-фрагмент горлышка

Рисунок 13. Фрагмент сосуда в курганном могильнике Тохмеево-2: а-фрагмент основания сосуда, б- фрагмент горлышка

Прямым подтверждением принадлежности курганного комплекса Тохмеево 2 именно к Абашевской культуре является найденный нами в грабительской яме остатки сосуда (рисунок 13).

## **2.2 Методы изучения почв хроноряда**

Для проведения почвенно-археологических исследований на объекте курганного могильника Тохмеево 2 использовались сравнительно-географический, сравнительно-аналитический методы и метод изучения хронорядов почв, предполагающий сравнительное изучение морфологии и свойств почв, погребенных под датированными искусственными сооружениями и фоновых почв, с учетом диагенетических изменений погребенных почв.

Применялись следующие методы исследования:

- Морфологические методы, включающую макроморфологическую диагностику почв (непосредственно в полевых условиях) и мезоморфологические наблюдения (в камеральных условиях);
- Определение окраски почв с помощью шкалы Манселла (в полевых и камеральных условиях).

Лабораторно-экспериментальные методы включали в себя:

- Определение гранулометрического состава почв пирофосфатным методом;
- Определение показателя водородного потенциала (pH) почвы водной вытяжки;
- Определение углерода органических соединений по методу Тюрина;
- Определение органического и минерального фосфора;
- Фотолитный анализ.

## Глава 3. Результаты и обсуждение

### 3.1 Морфо-генетические исследования почв хроноряда.

#### 3.1.1 Фоновая почва.

Ниже приводится подробное морфологическое описание фоновой почвы и прикопок (таблицы 1 и 2). Диагностика горизонтов и классификационное положение приведено по «Классификации и диагностике почв России» (2004)».

Таблица 1. Морфологическое описание фоновой почвы хроноряда Тохмеево-2.

|  |   |
|--|---|
| <b>31.07.21. Разрез Тх-2ф-21</b><br>Чебоксарский район, Чувашская республика, Тохмеево<br>Лесная зона<br>N 55.95827, E 47.18274  |   |
| Растительное сообщество: Характерная растительность для широколиственных лесов. Лиственно-лесная зона.<br>1-ый ярус- липа(сердцевидная), клен(остролистный), дуб(черешчатый).<br>2-ой ярус- орешник, вяз (гладкий), лещина(обыкновенная).<br>3-ий ярус- Вороний глаз, папоротник (щитовник мужской), сныть, пикульник, подмаренник душистый.<br>Растительность редкая, не густая. Присутствует опад, хорошо выражена лесная подстилка. |   |
| <i>Морфологическое описание профиля</i>  |   |
| <b>AУ</b> (0–13 (15) см)   | Свежий, серый (10YR3/1 very dark grey), среднесуглинистый, мелкокомковато-зернистый, рыхлый, хорошо оструктуренный горизонт, густо пронизан корнями. Видимые древесные корни проходят до дна разреза, но массово заканчиваются в горизонте BT2/Bt2 (на глубине около 80 см). Обилие копролитов, червороин. Переход ясный, граница волнистая.<br><br>На мезоуровне: Ореховато-комковато-плитчатый, белесовато-светло-серый. Комки распадаются на более мелкие комки диаметром 5–7 мм, включение отбеленных кварцевых зёрен.  |
| <b>AEL</b> (13(15)–20(22) см)  | Свежий, белесовато-серый (10YR4/1 very dark gray, 10YR5/1 dark gray) среднесуглинистый, комковатый, заметно уплотненный по сравнению с верхним горизонтом, есть гнезда отбеленного материала: скопления отмытых кварцевых зёрен (пылеватого размера), песчаные зерна отсутствуют. Резко снижается обилие корней, мелкие древесные корни на границе с горизонтом BEL[hh]. Переход резкий, граница волнистая.<br><br>На мезоуровне: Ореховато-комковато-плитчатый, белесовато-светло-серый. Комки распадаются на более мелкие комки диаметром 5–7 мм, включение отбеленных кварцевых зёрен. |

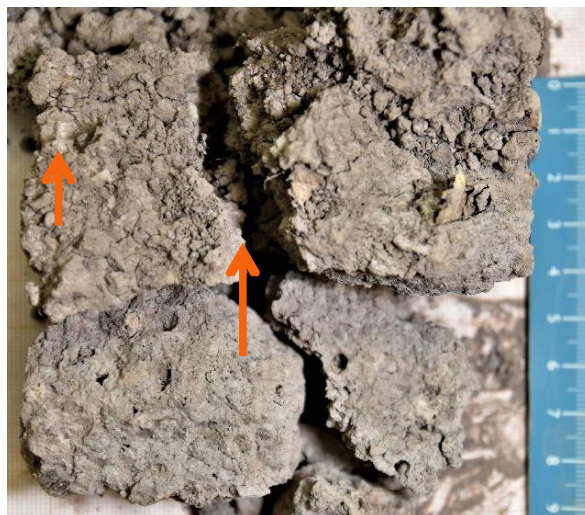
|   |   |
|---|---|
| <p><b>BEL[hh](20(22)–35(40) см)</b></p> | <p>Свежий, неоднородная окраска: на 60% вертикальной плоскости преобладают бурые тона (7.5YR 6/1 gray, 7.5YR 7/1 light gray), на 40% – белесовато-палево-серые заклинки (10YR8/1 white). Темно-серая окраска, по всей видимости, следы древнего (второго) гумусового горизонта. Морфоны с бурой окраской – тяжелосуглинистый, призматически-ореховатый, хорошо оструктурен (орехи распадаются на мелкие и средние); по граням педов развиты темно-серые гумусово-глинистые кутаны (5YR4/2 dark reddish gray), по ним идут белесые силтаны, ВПМ – ярко бурая (5YR 4/4 reddish brown), но по крупным порам внутри – обилие гумусово-глинистых кутан и пылеватых силтан. Белесовато-палево-серые морфоны в виде заклинков содержат также светло-серые и серые прогумусированные клинья. Масса клиньев и заклинков прослеживается вглубь до глубины 35(40) см, но наиболее массово и отчетливо – до глубины 30 см. Материал клиньев – легкосуглинистый, листовато-тонкоплитчатый, пористый, структура имеет четкую горизонтальную делимость (шлировость). Переход резкий, граница волнистая.</p> <p>На мезоуровне: Горизонт в целом неоднородный по окраске, буровато-серые морфоны и белесовато-палево-серые. Многопорядковая структура: призматически-плитчатый, ореховато-плитчатый. Появляются буровато-серые морфоны (признак второго гумусового горизонта). Пористый, более плотный по сравнению с вышележащим горизонтом. Кутаны бурые глинистые и темно-серые гумусово-глинистые. Четкая горизонтальная делимость. Плитки толще чем в горизонте AEL. Верхняя грань плиток: отбеленная из-за обилия кварцевых зерен; нижняя часть плиток буровато-темно серая.</p> |
| <p><b>BT1 (35(40)–75 см)</b></p>        | <p>Свежий, глинистый, очень плотный, крупно-ореховато-призматический, многопорядковая структура: призмы разбиваются на плитки. Окраска красновато-тёмно-бурая (2.5YR4/3 reddish brown) за счёт развитых красновато-бурых глинистых кутан. ВПМ имеет насыщенно-бурый цвет (10R5/4 weak read). Темные кутаны за счёт тёмной глины (железисто-глинистые кутаны), присутствуют темно-бурые. Гумусо-глинистые кутаны не диагностируются. По отдельным ходам корней, червороинам – темно-серые (5YR 4/2 dark reddish gray) гумусово-глинистые кутаны. Развиты крупные трещины, по стенкам трещин – белёные силтаны поверх глинистых кутан. Субвертикальные трещины с интервалом в среднем 10–15 см по всем вертикальным стенкам разреза. Переход постепенный.</p>   |

|                         |   |
|-------------------------|---|
|                         | <p>На мезоуровне: Красновато-бурый, глинистый, призматически-плитчатый, слабопористый. Хорошо развиты гумусово-глинистые кутаны не только по граням отдельностей, но и в тонких порах. Присутствуют корневины.</p>  |
| <b>BT2</b> (75–125 см)  | <p>Свежий, интенсивно-бурый (2,5YR4/3 reddish brown) за счёт глинистых кутан. глинистый, призматически-плитчатый, очень плотный, ВПМ – желтовато-бурая (5YR 5/4 reddish brown). По стенкам трещин прослеживаются силтаны. Заметны ходы корней или червей, опоясанные темными ореолами. Поры заметные, многопорядковые, но менее структурные по сравнению с горизонтом BT1. Переход постепенный.</p>   |
| <b>BCt</b> (125–140 см) | <p>Влажный, желтовато-красно-бурый, глинистый, слабо оструктурен, глыбисто-призматический, кутаны практически отсутствуют, прослеживаются остатки тёмно-бурых (5YR 4/4 reddish brown) кутан, по ним в отдельных случаях – слабые силтаны. ВПМ имеет желтовато-красноватую окраску (5YR 5/4 reddish brown). Обилие пор, вокруг которых темные ореолы.</p> <p>На мезоуровне: Более массивное сложение по сравнению с вышележащим горизонтом, структура призматическая, кутан меньше, чем в вышележащем горизонте, в основном в виде зеркал по порам-трещинам. Кутаны по крупным порам. Остатки зеркал темно-серые гумусово-глинистые. Проникновение корней.</p> |
| <b>Почва</b>            | <p>Серая со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистая на элюво-делювии пермских глин.</p>   |

Ниже на рисунке 14 приведено мезоморфологическое строение дневной почвы.



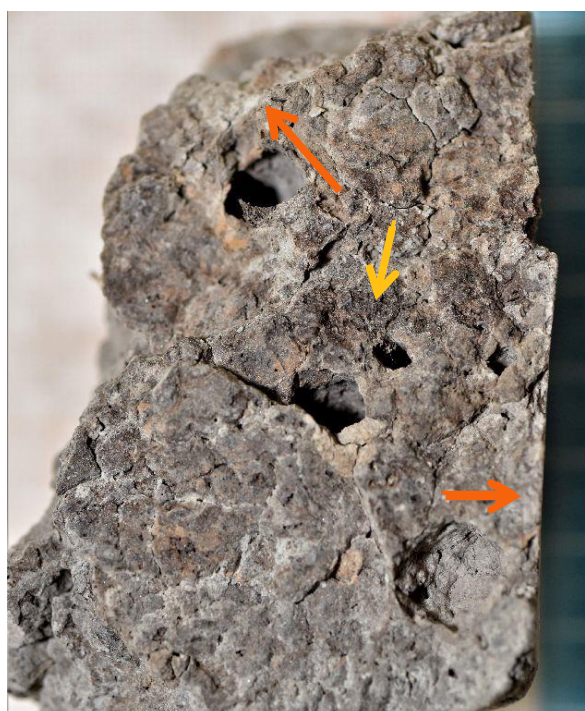
Гор. АУ. Ореховато-комковатая структура.



Гор. АЕL. Ореховато-комковато-плитчатая структура, скопления отбеленных кварцевых зерен.



Гор. АЕL. Ореховато-комковато-плитчатая структура, скопления отбеленных кварцевых зерен. Горизонтальная плоскость.



Гор. ВЕL[hh]. Буровато-серые и белесовато-палево-серые морфоны. Бурые глинистые и темно-серые гумусово-глинистые кутаны. Заметны темноокрашенные зоны. Горизонтальная плоскость.





Гор. BEL[hh]. Буровато-серые и белесовато-палево-серые морфоны. Бурые глинистые и темно-серые гумусово-глинистые кутаны. Заметны темноокрашенные зоны. Гнезда силтан.



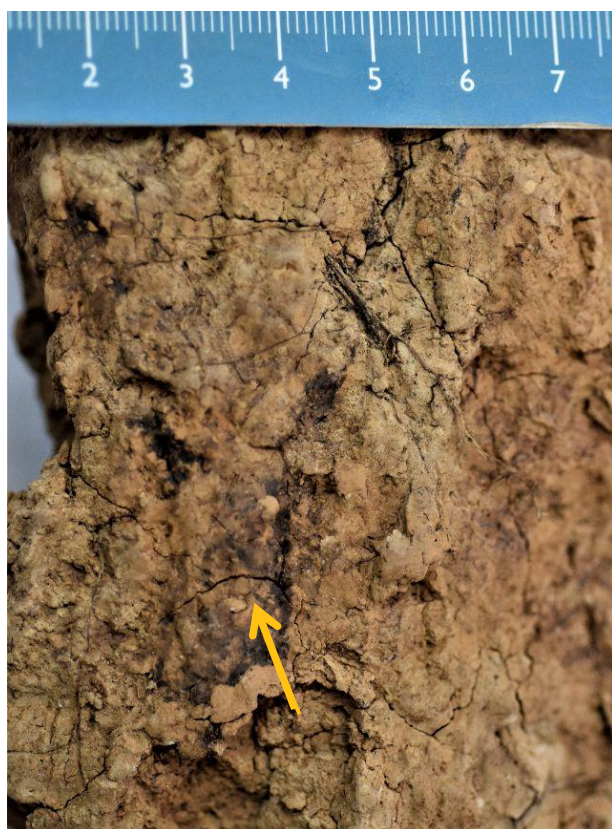
Гор. BT. Призматически-плитчатый, слабопористый. Гумусово-глинистые кутаны по граням отдельностей.



Гор. BT. Призматически-плитчатый, слабопористый. Гумусово-глинистые кутаны по граням отдельностей и по крупным порам.



Гор. BSt. Призматическая структура, локальные кутаны, в основном в виде зеркал по порам-трещинам.



Гор. BCt

Рисунок 14. Мезоморфологическое строение горизонтов серой (фоновой) почвы. Желтой стрелкой отмечены комплексы гумусо-глинистых кутан. Оранжевой стрелкой отмечены скопления отбеленных кварцевых зерен.

На основании полевого изучения почвенного профиля фоновой почвы (рисунок 14. макро), дополненного изучением морфологии на мезо-уровне (таблица 1) мы пришли к выводу, что верхняя часть профиля, наряду серогумусовым горизонтом АУ представлена и гумусово-элювиальным горизонтом АЕL. Отметим, что именно наличие этого горизонта является типодиагностическим для типа серых почв, что позволяет отнести фоновую почву именно к этому типу (КиДПР, 2004).

Мощность гумусового и элювиально-гумусового горизонтов не превышает 20(22) см, в том числе горизонта АЕL – 7 см. Ниже по профилю (до глубины 35(40) см) залегает субэлювиальный (второй гумусовый) горизонт, отличающийся в целом более темной окраской в отличие от вышележащего горизонта. В целом горизонт сильно деградирован (таблица 1), что диагностируется по не очень яркой окраске серых тонов, хотя при этом окраска субэлювиального горизонта заметно темнее горизонта АУ. Такая высокая степень деградации второго гумусового горизонта, вероятно, свидетельствует о сильном проявлении элювиальных процессов, сопровождающихся обилием скоплений отбеленных минеральных зерен и морфонов с белесой окраской; вместе с тем, сохранились устойчивые морфологические признаки темноцветной стадии развития серой почвы.

Текстурные горизонты диагностируются с глубины 35(40) до 125 см, то есть суммарная мощность текстурной толщи в профиле почвы составляет ~80 см. Необходимо отметить заметную смену гранулометрического состава с глубины 35(40), с тяжелосуглинистого на глинистый, что в целом характерно для элюво-делювия пермских глин. Характерной особенностью горизонтов ВТ является наличие сложного кутанного комплекса, а именно – глинистых и гумусово-глинистых кутан, покрытых силтанами. Важным представляется тот факт, что гумусово-глинистые кутаны в горизонте ВТ1 на макроуровне диагностируются слабо, но в то же время четко прослеживаются при мезоморфологической диагностике (таблица 1).

В нижней части профиля, в горизонте ВСт несмотря на то, что в целом кутан развито меньше, тем не менее, именно в этом горизонте прослеживаются остатки тёмно-бурых кутан («гумусовых зеркал»), которые диагностируются на макро- и мезоуровне (таблица 1).

Таким образом по четким признакам, таким как: наличие в верхней части профиля субэлювиальной толщи, а также выраженному кутанному комплексу с наличием гумусово-глинистых кутан, покрытых силтанами, можно сказать, что профиль имеет все признаки текстурной дифференциации.

Для выявления варьирования морфологических свойств фоновой почвы, ниже приводится морфологическое описание почв прикопок (таблица 2).

Таблица 2. Морфологическое описание прикопок фоновых почв в районе курганного могильника Тохмеево II.

|  |   |
|--|---|
| 31.07.21. <b>Разрез Тх-3Ф-21</b><br>Чебоксарский район, Чувашская республика, Тохмеево<br>Лесная зона  |   |
| Растительное сообщество: Характерная растительность для широколиственных лесов. Лиственно-лесная зона.<br>1-ый ярус- липа(сердцевидная), клен(остролистный), дуб(черешчатый).<br>2-ой ярус- орешник, вяз (гладкий), лещина(обыкновенная).<br>3-ий ярус- Вороний глаз, папоротник (щитовник мужской), сныть, пикульник, подмаренник душистый.<br>Растительность редкая, не густая. Присутствует опад, хорошо выражена лесная подстилка. |   |
| <i>Морфологическое описание профиля</i>  |   |
| AY 0–15  | Темно-серый, мелкокомковатый, зернистый |
| AEL 15(17) –27(25)   | Серый, среднесуглинистый                |
| BEL 25 (27) –40(45)  | Темные суглинисто-глинистые фрагменты   |

|              |  |
|--------------|--|
| ВТ 45–67     | Буро-коричневый, плотный.  |
| <b>Почва</b> | Серая со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистая на элюво-делювии пермских глин. |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>31.07.21. Разрез Тх-4Ф-21</b><br/> Чебоксарский район, Чувашская республика, Тохмеево<br/> Лесная зона</p> <p>Растительное сообщество: Характерная растительность для широколиственных лесов. Листо-лиственная зона.<br/> 1-ый ярус- липа(сердцевидная), клен(остролистный), дуб(черешчатый).<br/> 2-ой ярус- орешник, вяз (гладкий), лещина(обыкновенная).<br/> 3-ий ярус- Вороний глаз, папоротник (щитовник мужской), сныть, пикульник, подмаренник душистый.<br/> Растительность редкая, не густая. Присутствует опад, хорошо выражена лесная подстилка.</p> |  |
| <i>Морфологическое описание профиля</i>  |  |
| АУ 0–15  | Темно-серый, мелкокомковатый, зернистый  |
| АЕЛ 15–23(26)  | Серый, комковатый, заметно уплотненный   |
| ВЕЛ 23(26)–45  | Плотный по сложению, Темные суглинисто-глинистые фрагменты                             |
| ВТ1 45–65  | Глинистый, красновато-бурый  |
| <b>Почва</b>   | Серая со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистая на элюво-делювии пермских глин. |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>31.07.21. Разрез Тх-5Ф-21</b><br/> Чебоксарский район, Чувашская республика, Тохмеево<br/> Лесная зона</p> <p>Растительное сообщество: Характерная растительность для широколиственных лесов. Листо-лиственная зона.<br/> 1-ый ярус- липа(сердцевидная), клен(остролистный), дуб(черешчатый).<br/> 2-ой ярус- орешник, вяз (гладкий), лещина(обыкновенная).<br/> 3-ий ярус- Вороний глаз, папоротник (щитовник мужской), сныть, пикульник, подмаренник душистый.<br/> Растительность редкая, не густая. Присутствует опад, хорошо выражена лесная подстилка.</p> |   |
| <i>Морфологическое описание профиля</i>  |   |
| АУ 0–18  | Серый, мелкокомковатый, зернистый           |
| АЕЛ 18–27(31)  | Свежий, белесовато-серый, среднесуглинистый |

|                        |  |
|------------------------|--|
| BEL[hh] 27(31) –53(55) | Свежий, бурые тона. Белесовато-светло-серые заклинки.                                  |
| BT1 53(55) –65         | Глинистый, красновато-бурый  |
| <b>Почва</b>           | Серая со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистая на элюво-делювии пермских глин. |

|  |  |
|--|--|
| <b>31.07.21. Разрез Тх-6Ф-21</b>   |  |
| Чебоксарский район, Чувашская республика, Тохмеево   |  |
| Лесная зона  |  |
| Растительное сообщество: Характерная растительность для широколиственных лесов. Лиственно-лесная зона. |  |
| 1-ый ярус- липа(сердцевидная), клен(остролистный), дуб(черешчатый).                                    |  |
| 2-ой ярус- орешник, вяз (гладкий), лещина(обыкновенная).   |  |
| 3-ий ярус- Вороний глаз, папоротник (щитовник мужской), сныть, пикульник, подмаренник душистый.        |  |
| Растительность редкая, не густая. Присутствует опад, хорошо выражена лесная подстилка.                 |  |
| <i>Морфологическое описание профиля</i>  |  |
| AY 0–15  | Темно-серый, мелкокомковатый, зернистый  |
| AEL 15–26  | Серый, среднесуглинистый   |
| BEL 26–50  | Темные суглинисто-глинистые фрагменты,   |
| BT1 50–70  | Глинистый, красновато-бурый  |
| <b>Почва</b>   | Серая со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистая на элюво-делювии пермских глин. |

Таким образом, сравнительный морфо-генетический анализ позволил заключить, что заложенные нами прикопки показали схожее строение профиля с фоновой почвой. Профиль прикопок имеет строение AY-AEL-BEL/(BEL[hh])-BT1 (таблица 2). Мощность гумусового и элювиально-гумусового горизонта колеблется от 23 до 31 см в пределах вскрытой толщи. Горизонты AY и AEL имеют мелкокомковатую зернистую структуру серого и белесовато-серого цвета. Такую же структуру имеет и фоновая почва. Текстурный горизонт диагностируется с глубины 45 см и ниже. Важной морфологической особенностью строения профиля прикопок является наличие гумусово-глинистых кутан, покрытые силтанами, однако это более выражено в профиле прикопки Тх-5Ф-21. Горизонт с описанным сложным кутанным комплексом неоднородно окрашенный, в нем присутствуют гнезда отбеленного материала, на основании чего мы можем диагностировать этот горизонт как горизонт BEL[hh] (рисунок 10). Именно эта прикопка

больше соответствует морфологии разреза фоновой почвы Тх-2ф-21. Напомним, что в фоновой почве второй гумусовый горизонт сильно деградирован. Однако в прикопке этот горизонт имеет большую мощность и достигает 26 см, в то время как фоновая имеет мощность этого же горизонта 15 см. Предположительно это может быть связано с рельефом, так как Тх-5Ф-21 находилась выше по рельефу по сравнению с остальными прикопками. Остальные прикопки имели более однородную буровато-серую окраску. Гумусово-глинистые кутаны в фоновой почве диагностируются практически по всему текстурному горизонту, но ближе к горизонту ВСt их становится меньше. Их в основном можно наблюдать по стенкам трещин или по отдельным ходам корней. В основании разреза (горизонт ВСt) гумусово-глинистые кутаны диагностированы только в мелких порах.

Учитывая тот факт, что из четырех прикопок только в одной из них был диагностирован горизонт ВЕL[hh], можно заключить, что второй гумусовый горизонт имеет не сплошное, но спорадически-пятнистое распространение среди серых почв. Таким образом, компонентный состав почвенного покрова фоновой территории может быть представлен вариациями ареалов серых почв с подтипами серых со вторым гумусовым горизонтом. Морфологическая диагностика показала, что фоновая почва целинная, следов былой распашки не обнаружено, что позволяет нам уверенно сравнивать фоновую почву хроноряда с погребенной под курганом почвой, принимая во внимание наличие исходного почвенного профиля, не подверженного существенно антропогенным воздействиям (распашка, скальпирование горизонтов, перемешивание и т.д.).

### 3.1.2 Погребённая почва

Ниже приводится морфологическое описание разреза погребенной почвы, а также слоев насыпи (таблица 3). За нулевой отсчет поверхности почвы принят уровень погребения сохранившегося профиля под курганной насыпью.

Таблица 3. Морфологическое описание погребённой почвы Тохмеево 2.

|  |
|--|
| <p><b>31.07.21. Разрез Тх-1п-21</b><br/>Чебоксарский район, Чувашская республика, Тохмеево<br/>Лесная зона</p> <p>Растительное сообщество: Характерная растительность для широколиственных лесов. Листо-лесная зона.<br/>1-ый ярус- липа(сердцевидная), клен(остролистный), дуб(черешчатый).<br/>2-ой ярус- орешник, вяз (гладкий), лещина(обыкновенная).<br/>3-ий ярус- Вороний глаз, папоротник (щитовник мужской), сныть, пикульник, подмаренник душистый.<br/>Растительность редкая, не густая. Присутствует опад, хорошо выражена лесная подстилка.</p> |
|--|

| <i>Морфологическое описание профиля</i> |   |
|---|---|
| <b>AY</b> (0–10 см)                     | Выражен по всем стенкам расчистки, имеет общие черты морфологического строения с серогумусовыми горизонтами фоновой почвы и почв прикопок. Светло-серый (10R3/1 dark reddish gray), среднесуглинистый, мелкокомковатый (комковато-зернистый), хорошо оструктуренный, уплотнённый, есть отбеленные кварцевые зёрна, обилие древесных корней. Переход ясный, граница волнистая.   |
| <b>RY1</b> (10–30 см)                   | Свежий, неоднородный по окраске: серый, белесовато-серый, окраска выражена отдельными пятнами (10R4/1 dark reddish gray), комковатый, среднесуглинистый, уплотнённый. По граням структурных отдельностей прослеживаются сiltаны (7,5YR7/1 light gray). Белесоватость – за счет отбеленного пылеватого материала (кварцевые зёрна). Переход резкий, граница ровная.  |
| <b>RY2</b> (30–45 см)                   | Имеет сходство морфологического строения с погребенной почвой. Влажный, темно-серый (5YR3/2 dark reddish brown + 2,5YR 3/1 dark reddish gray), комковато-ореховатый (распадается на отдельные структурные отдельности), тяжелосуглинистый. Прослеживаются редкие сiltаны.   |
| <b>[BEL[hh]]</b> (0–24(27 см)           | <p>Свежий, относительно однородно окрашен: темно-серый (2,5/2 5YR dark reddish brown) с белесоватыми мелкими осветленными пятнами (белесые сiltаны) (7,5YR7/2 pinkish gray); заметно слабое побурение к нижней части горизонта. Тяжелосуглинистый, очень плотный, ореховато-мелкопризматический, но с тенденцией к плитчатости. При разламывании педы распадаются на мелкокомковатую структуру. Пористый, все структурные отдельности прогумусированы. Включения мелких современных корней; встречаются остатки сгнивших древесных корней (корневины). Переход резкий, граница-волнистая.</p> <p>На мезоуровне: неоднородно окрашена, имеет буровато-серую (7,5 YR 3/2 dark brown) и серовато-палевую окраску (7,5 YR 4/2 brown), также присутствуют гнезда отбеленного материала (7,5 YR 5,2 brown).</p> <p>Структура ореховато-призматический-плитчатая. Пористый, фрагменты современных корней. ВПМ бурая, присутствует сложный кутанный комплекс из буровато-серых и тёмно-серых гумусово-глинистых кутан. По крупным порам кутаны, покрыты белесыми сiltанами по крупным порам. Также по стенкам</p> |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
|                                 | крупных пор встречаются гумусово-глинистые пленки с глянцевой поверхностью.  |
| <b>[BT1]</b> (24(27)–50(52) см) | <p>Свежий, неоднородно окрашен: серый, буровато-темно-серый (2,5YR3/1 dark reddish gray), ВПМ желтовато-бурая и бурая (5YR4/6 yellow red). Глинистый, призматически-плитчатый, крупнопористый, по стенкам пор гумусовые кутаны. Силтаны практически отсутствуют, заметны лишь в верхней части горизонта. На 40% вертикальной плоскости горизонта развиты темно-серые гумусово-глинистые кутаны, выстилающие поверхность пор-плоскостей и поры-трещины, а также грани педов. По стенкам крупных пор также прослеживаются гумусово-глинистые и гумусовые кутаны. Переход постепенный по окраске и уменьшению обилия кутан.</p> <p>На мезоуровне: имеет бурую и буровато-серую окраску (7,5 YR 5/4 brown), видны гумусово-глинистые кутаны (7,5 YR 3/2 dark brown). Структура призматически-плитчатая. В ВПМ присутствие темно-бурых и темно серых гумусово-глинистых кутан, обсыпанные отбеленными кварцевыми зернами.</p> |
| <b>[BT2]</b> (50(52)–80(86) см) | <p>Влажный, темно-серый с красноватым оттенком (2,5YR5/6 + 2,5YR4/6 red), глинистый, более пластичный, призматически-глыбистый. Темно-серые и красновато-серые гумусово-глинистые и глинистые кутаны. ВПМ рыжевато-бурая, по стенкам пор развиты темно-серые глинисто-гумусовые кутаны. В целом обилие кутан в значительно меньшей степени по сравнению с верхним горизонтом. Единичные включения древесных корней. Переход постепенный по уменьшению обилия кутан.</p> <p>На мезоуровне: Окраска однородная красновато-желтовато-бурая (7,5 YR 7/6 reddish yellow). Призматически плитчатая структура, заметны поры. По граням отдельностей и крупным порам развиты темно-серые (7,5 YR 3/1 very dark gray) гумусово-глинистые кутаны и темно-бурые гумусовые зеркала. Отсутствие силтан.</p>   |
| <b>[Bct]</b> (80(86)–100 см)    | <p>Влажный, темно-серый с красноватым оттенком, глинистый, призматически-глыбистый. ВПМ-желтовато-красновато-бурый (5YR4/6 yellow red) Темно-серые и красновато-серые гумусово-глинистые и глинистые кутаны, но в значительно меньшем количестве. По граням педов появляется некоторая коллоидность. Пористый, темно-серые кутаны выстилают стенки пор.</p>  |



Ниже приведем мезоморфологическое строение профиля погребенной почвы (рисунок 15).



Гор. [BEL[hh]]. Общий вид. Ореховато-призматический, гумусово-глинистые кутаны по граням педов.



Гор. [BEL[hh]]. Общий вид. Ореховато-призматический, гумусово-глинистые кутаны по граням педов.



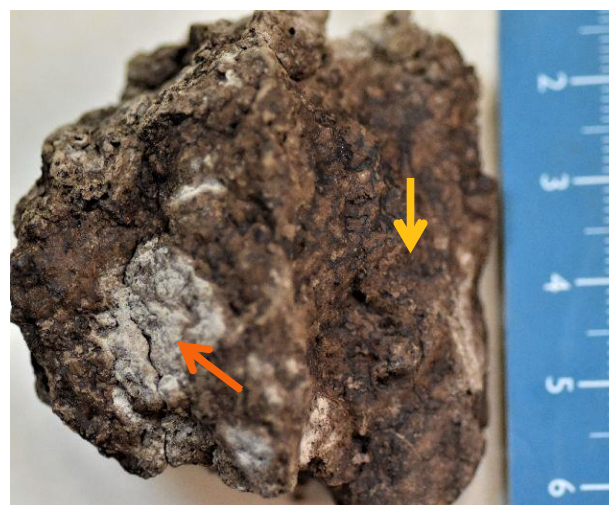
Гор. [BEL[hh]]. Гумусово-глинистые кутаны.



Гор. [BEL[hh]]. Гумусово-глинистые кутаны, по ним – белесые сiltаны.



Гор. [BEL[hh]]. Гумусово-глинистые кутаны, по ним – белесые сiltаны.



Гор. [BEL[hh]]. Гумусово-глинистые кутаны, по ним – белесые сiltаны в виде гнезд-скоплений.



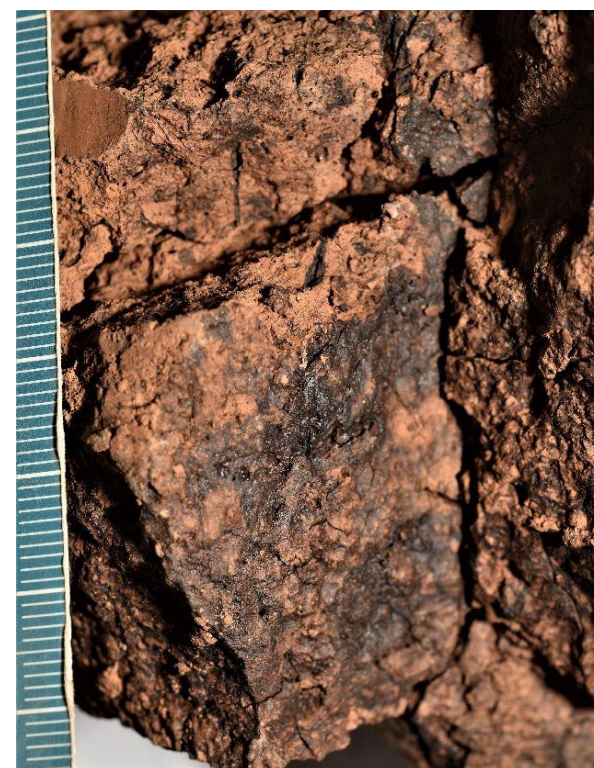
Гор. [BEL[hh]]. Общий вид. Ореховато-призматический.



Гор. [BT1]. Гумусово-глинистые кутаны.



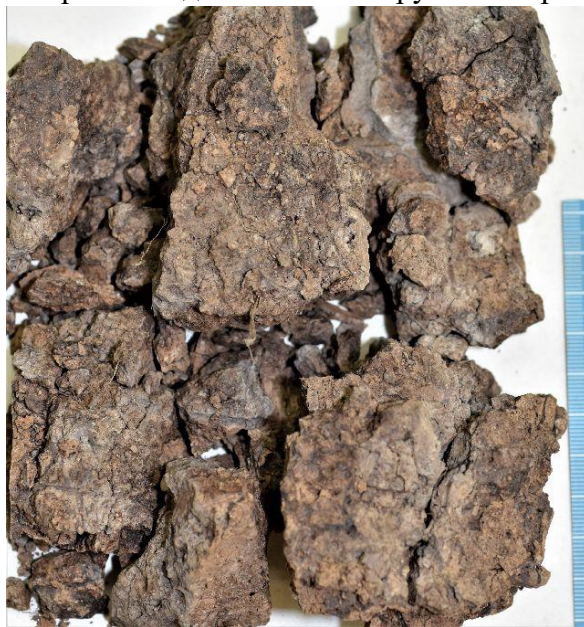
Гор. [BT1]. Призматически-плитчатая структура. Темно-серые гумусово-глинистые кутаны.



Гор. [BT1]. Призматически-плитчатая структура. Темно-серые гумусово-глинистые кутаны.



Гор. [BT1]. Фрагменты сохранившихся темно-серых гумусовых кутан («зеркал») по граням педов и стенкам крупных пор.



Гор. [BT2]. Призматически-плитчатая структура. Буровато-серые гумусово-глинистые кутаны.



Гор. [BT2]. Буровато-серые гумусово-глинистые кутаны, по граням педов. Заметна прокрашенность органическим веществом материала ВПМ.



Гор. [BT2]. По граням отдельностей и крупным порам – темно-серые гумусово-глинистые кутаны.



Гор. [BT2]. Призматически-плитчатая структура. Буровато-серые гумусово-глинистые кутаны.

Рисунок 15. Мезоморфологическое строение горизонтов серой (погребенной) почвы. Желтой стрелкой отмечены комплекс гумусово-глинистых кутан. Оранжевой стрелкой отмечены белесые силтаны.

Ниже приведено морфологическое строение почвы курганного ровика.

Таблица 4. Морфологическое описание ровика.

|  |  |
|--|--|
| 31.07.21. Разрез Тх-1п-ров--21<br>Чебоксарский район, Чувашская республика, Тохмеево<br>Лесная зона  |  |
| Растительное сообщество: Характерная растительность для широколиственных лесов. Листо-лиственная зона.<br>1-ый ярус- липа(сердцевидная), клен(остролистный), дуб(черешчатый).<br>2-ой ярус- орешник, вяз (гладкий), лещина(обыкновенная).<br>3-ий ярус- Вороний глаз, папоротник (щитовник мужской), сныть, пикульник, подмаренник душистый.<br>Растительность редкая, не густая. Присутствует опад, хорошо выражена лесная подстилка. |  |
| <i>Морфологическое описание профиля</i>  |  |
| AY 0–10  | Свежий, среднесуглинистый, серовато-бурый (10 YR 3/1 dark reddish gray). |
| AEL 10–18  | Свежий, комковатый, светловато-серый (10 YR 6/1 gray+7/1 light gray).    |

|           |   |
|-----------|---|
| BEL 18–32 | Свежий с неоднородной окраской. Буроватый, темный, присутствуют кутаны (5 YR 4/4 reddish brown) с силтанами. ВПМ буровато-серовато коричневый (5 YR 4/3 reddish brown). |
| Почва     | Серая со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистая на элюво-делювии пермских глин.  |

Сравнительный анализ морфологического строения почв хроноряда позволяет заключить, что палеопочва, на первый взгляд, не очень сильно отличается от фоновой почвы, однако есть кардинальные отличия, вследствие антропогенного характера, которое проявилось в подготовке поверхности кургана в процессе его сооружения. Профиль имеет строение [BEL[hh]]-[BT1]-[BT2]-[BCt], что отчетливо видно особенно при мезоморфологическом изучении профиля (рисунок 15). Отметим, что при проведении полевых работ мы испытывали определенные трудности: вскрытый профиль погребенной почвы – это действительно ненарушенный профиль, или по крайней мере сохранившиеся гумусовые горизонты погребенной почвы. Дело в том, что, несмотря на то, что верхняя часть погребенной почвы отличалась от насыпи, но характеризовалась темно-серой окраской (см. морф. описание, таблицы 3). Однако мезоморфологическая диагностика, подкрепленная данными аналитических исследований (см. ниже) позволила заключить, что профиль погребенной почвы начинается с горизонта [BEL[hh]].

В погребенной почве отсутствуют гумусовые горизонты AY и AEL, что четко диагностируется по данным мезоморфологического исследования монолитов ненарушенного строения горизонтов погребенной почвы (рисунок 15). Это позволяет утверждать о скальпировании слоя почвы перед ее погребением. Необходимо отметить, что это было присуще племенам абашевской культуры. Почва была погребена около 4 тыс. л. назад (суббореальный период голоцена), когда дневная почва того времени уже испытывала процесс деградации темноцветной фазы почвообразования. Субэлювиальный горизонт, представленный в дневной (фоновой толще) в виде горизонта BEL[hh], также присутствует и в погребенной почве, однако в палеопочве мощность горизонта составляет 24(27) см. В данном профиле, рассматриваемый нами горизонт больше похож на прикопку Тх-5ф-21. Интересно наблюдать, что за пределами кургана в изученном нами ровике субэлювиальный горизонт не сильно деградирован и имеет большую мощность (BEL 14 см). Сложный кутанный комплекс виден практически по всему профилю, что нельзя сказать о силтанах, распространенных только в горизонтах BEL[hh] и BT1 (глубина залегания до 52 см), при условии отсчета от уровня погребения под курганной насыпью.

Если сравнивать погребенные почвы могильников Тохмеево 1 и Тохмеево 2, можно заключить, то что в погребенной почве Тохмеево 1 мы видим лишь гумусовые зеркала – продукты деградации темноцветной фазы, а также темногумусовые и элювиальный горизонты (Makeev et al., 2020; 2021). При этом необходимо отметить, что почвы хроноряда могильника Тохмеево-1 сформированы на лессовидных суглинках (лессах), в отличие от рассматриваемого могильника Тохмеево-2, почвы которых развиты на тяжелых глинах. Вероятно, в силу этих причин деградация темноцветной фазы в почвах этого могильника не продвинулась столь глубоко, как в почвах могильника Тохмеево 1. Несмотря на указанные обстоятельства, все же фрагменты «гумусовых зеркал», или гумусово-глинистых кутан, сохранились в профиле как дневной, так и погребенной почв.

Также при сравнении почв хронорядов курганных комплексов Тохмеево 1 и Тохмеево 2 необходимо учитывать важное обстоятельство. По данным археологов, курган в Тохмеево 2 был сооружен раньше по времени, что необходимо учитывать при интерпретации эволюции почв хронорядов, а именно – меньший период формирования погребенной почвы в курганах этого комплекса. В пользу этого можно привести следующие факторы.

1. В курганах комплекса Тохмеево-2 насыпь не содержит земляных кирпичей, что указывает на более примитивный способ сооружения курганных насыпей.

2. Обнаруженная археологами керамика абашевской культуры в захоронениях – тонкостенная и примитивная (без узоров) (рисунок 13).

### **3.2 Некоторые химические и физико-химические свойства почв хроноряда.**

**Содержание гумуса.** Органическое вещество почвы очень сложно по своему составу; значительная доля его весьма прочно связана с минеральной частью. Зная количество органического углерода в почве и среднее процентное содержание углерода в гумусе, можно приблизительно судить и о количестве гумуса в почве (Растворова и др., 1995). По данным таблицы 5 мы видим, что фоновая почва резко дифференцирована по содержанию почвенного органического вещества. В горизонте АУ повышенное содержание гумуса (5,8%), которое резко снижается к элювиально-гумусовому горизонту АЕL до низкого значения (2,4%). Начиная с субэлювиального горизонта ВЕL[hh] прослеживается похожая тенденция (содержание гумуса падает до 1%). Начиная с текстурного горизонта до горизонта ВСt мы видим равномерное снижение гумуса (от 0,6% до 0,3%), что может свидетельствовать об остатках гумусовых зеркал (см. морф описание,

таблица 3, рисунок 15). В результате эти значения подтверждают выделение горизонта AEL (2,4%) и BEL[hh], а именно её деградированность.

В отличие от фонового разреза, содержание гумуса в прикопках (таблица 6) варьирует от 4,4% до 7,4% (от повышенного до высокого содержания). В среднем содержание во всех прикопках гумуса составляет 5,7%, что достаточно близко по содержанию гумуса в фоновой почве (5,8%). В горизонтах AEL мы видим резкое снижение содержание углерода, где оно уменьшается в 2,6 раза, в то время как в фоновом разрезе разница составляет в 2,4 раза, что только подтверждает сходство профилей. По данным полевого исследования у нас только одна из прикопок (Тх-5ф-21) имеет почву со вторым гумусовым горизонтом BEL[hh], где содержание гумуса составляет 1% и соответствует содержанию гумуса во всех остальных прикопках, кроме Тх-3ф-21, где оно составляет 1,4%. Такое низкое содержание углерода в этой прикопке говорит о деградировании этого горизонта. Все прикопки были вскрыты до глубины ВТ1 (от 60 до 70 см) и в этом горизонте содержание гумуса варьирует от 0,6% до 0,8%. Таким образом по содержанию гумуса мы не имеем различий прикопок и фоновой почвы, что подтверждает их схожее строение.

Перейдем к рассмотрению материала насыпи (таблица 7). Здесь выявляется четкая закономерность уменьшения содержания гумуса от горизонта АУ до горизонта RY2. Если предположить, что при сооружении насыпи использовались гумусовые горизонты, то мы можем считать, что такое высокое содержание гумуса в горизонте АУ обязано современным процессам гумусообразования.

Рассмотрим погребённую почву. Несмотря на похожую тёмно-серую окраску горизонта BEL[hh] (смотреть морфологическое описание почвы глава 3.1.2) и горизонт насыпи RY2, содержание углерода различно. Так как в основном темный цвет обязан содержанию углерода, по данным таблицы 7 мы видим, что в субэлювиальном горизонте погребённой почвы его содержание немного больше (1,9%), чем в горизонте RY2 (1,8%). Тем самым мы можем констатировать факт разности того, что горизонт BEL[hh] имеет чуть более темную окраску, чем вышележащий горизонт насыпи. Однако все-таки их различия не так велики, и это подтверждается содержанием гумуса. Именно эта особенность профиля затрудняла полевую диагностику и выделение границ погребённой почвы. Интересно заметить, что похожую структуру имеет курган в Тохмеево1, если не брать во внимание земляные кирпичи. Погребённая почва имеет темный гумусовый горизонт, исчезающий на периферии кургана (Makeev et al., 2020; 2021).

В горизонте BEL[hh] погребённой почвы стабильное содержание гумуса в слое 0–20 см, и несколько меньшее содержание в его нижней части (1,2%). Такое постепенно убывающее содержание гумуса к низу горизонта подтверждает его однородность. Но



несмотря на срезанность верхних гумусовых слоёв и погребение (4–5 тыс. л. н.) содержание гумуса остаётся высоким, даже при условии диагенетической убыль гумуса в погребённой почве с течением времени. По данным М.А. Глазовской (1996) после погребения почв происходит постепенное разрушение гумуса. Через 300 лет сохраняется 70%, а после 4000 лет – только 40%. Тем самым мы можем предположить, что до погребения содержание гумуса составляло 4,8%. Начиная с горизонта ВТ1 происходит постепенное уменьшение содержания гумуса от 0,8% до 0,4% до глубины 100 см, и наблюдается некоторое увеличение на глубине 110 см до 0,6%. Вероятно, это связано с диагенетическими процессами и обусловлено остатками фрагментов гумусовых зеркал, так как в фоновой почве мы видим похожую тенденцию в текстурной толще, но горизонт ВСt имеет 0,3% содержания гумуса, что в 2 раза меньше в погребённой.

В почвах ровика содержание гумуса 6,3% и практически совпадает с составом насыпи. Мы можем утверждать, что это вновь образованная почва. Выделяется горизонт АЕL, но имеет очень низкое содержание углерода 1,5% относительно вышележащего слоя в 4,2 раза, и в 1,7 раза меньше, чем разница в фоновой почве и прикопках. Горизонт ВЕL близок по значению содержания гумуса к фоновой почве и прикопкам, тем самым мы можем сделать выводы о похожих условиях почвообразования.

Таблица 5. Содержание углерода и актуальная кислотность фоновой почвы Тохмеево-2

| Генетический горизонт | Глубина взятия образца, см | Сорг, % | Гумус, % | pH <sub>H2O</sub> | pH <sub>KCl</sub> |
|-----------------------|----------------------------|---------|----------|-------------------|-------------------|
| AY                    | 0–13                       | 3,39    | 5,8      | 6,3               | 5,3               |
| AEЛ                   | 13–20                      | 1,40    | 2,4      | 6,6               | 4,9               |
| BEЛ[hh]               | 20–35                      | 0,59    | 1,0      | 6,8               | 4,3               |
| BT1                   | 35–55                      | 0,31    | 0,6      | 6,6               | 4,0               |
|                       | 55–75                      | 0,23    | 0,4      | 6,6               | 3,9               |
| BT2                   | 75–100                     | 0,26    | 0,4      | 6,6               | 3,8               |
|                       | 100–125                    | 0,15    | 0,3      | 6,5               | 4,0               |
| BCt                   | 125–140                    | 0,20    | 0,3      | 6,5               | 4,0               |

Таблица 6. Содержание углерода и актуальная кислотность фоновой почвы Тохмеево-2 прикопок около фоновой почвы курганного комплекса Тохмеево-2.

| Генетический горизонт | Глубина взятия образца, см | Сорг, % | Гумус, % | pH <sub>H2O</sub> | pH <sub>KCl</sub> |
|-----------------------|----------------------------|---------|----------|-------------------|-------------------|
| Тх3ф                  |                            |         |          |                   |                   |
| AY                    | 0–15                       | 4,30    | 7,4      | 6,1               | 5,4               |

|         |       |      |     |     |     |
|---------|-------|------|-----|-----|-----|
| AEL     | 15–25 | 1,06 | 1,8 | 6,5 | 4,9 |
| BEL     | 25–40 | 0,83 | 1,4 | 6,5 | 4,5 |
| BT1     | 45–60 | 0,42 | 0,7 | 6,4 | 4,3 |
| Тх4ф    |       |      |     |     |     |
| AY      | 0–15  | 3,60 | 6,2 | 6,1 | 5,2 |
| AEL     | 15–25 | 1,59 | 2,7 | 6,4 | 5,1 |
| BEL     | 25–45 | 0,59 | 1,0 | 6,4 | 4,3 |
| BT1     | 45–65 | 0,43 | 0,7 | 6,5 | 3,9 |
| Тх5ф    |       |      |     |     |     |
| AY      | 0–15  | 2,78 | 4,8 | 6,3 | 5,3 |
| AEL     | 15–25 | 1,45 | 2,5 | 6,5 | 5,4 |
| BEL[hh] | 25–50 | 0,57 | 1,0 | 6,6 | 4,5 |
| BT1     | 50–65 | 0,34 | 0,6 | 6,5 | 4,2 |
| Тх6ф    |       |      |     |     |     |
| AY      | 0–15  | 2,53 | 4,4 | 6,3 | 5,0 |
| AEL     | 15–26 | 1,25 | 2,2 | 6,6 | 4,9 |
| BEL     | 26–50 | 0,60 | 1,0 | 6,5 | 4,4 |
| BT1     | 50–70 | 0,47 | 0,8 | 6,5 | 4,4 |

Таблица 7. Содержание углерода и актуальная кислотность слоев насыпи, почвы ровика и погребенной почвы, Тохмеево-2.

| Генетический горизонт | Глубина взятия образца, см | Сорг, % | Гумус, % | pH <sub>H2O</sub> | pH <sub>KCl</sub> |
|-----------------------|----------------------------|---------|----------|-------------------|-------------------|
| Материал насыпи       |                            |         |          |                   |                   |
| AY                    | 0–10                       | 3,59    | 6,2      | 6,4               | 5,3               |
| RY1                   | 10–20                      | 1,56    | 2,7      | 6,6               | 4,3               |
|                       | 20–30                      | 1,24    | 2,1      | 6,6               | 4,6               |
| RY2                   | 30–45                      | 1,07    | 1,8      | 6,5               | 4,4               |
| Почва ровика          |                            |         |          |                   |                   |
| AY                    | 0–10                       | 3,66    | 6,3      | 6,1               | 4,8               |
| AEL                   | 10–18                      | 0,89    | 1,5      | 6,4               | 4,6               |
| BEL                   | 18–32                      | 0,51    | 0,9      | 6,7               | 4,1               |
| Погребенная почва     |                            |         |          |                   |                   |
| [BEL[hh]]             | 0–10                       | 1,11    | 1,9      | 6,4               | 4,1               |
|                       | 10–20                      | 1,13    | 1,9      | 6,5               | 4,2               |
|                       | 20–25                      | 0,70    | 1,2      | 6,5               | 4,2               |
| [BT1]                 | 25–35                      | 0,46    | 0,8      | 6,5               | 4,1               |
|                       | 35–50                      | 0,33    | 0,6      | 6,5               | 4,0               |
| [BT2]                 | 50–65                      | 0,34    | 0,6      | 6,6               | 4,0               |
|                       | 65–85                      | 0,26    | 0,4      | 6,5               | 4,0               |
| BCt                   | 85–100                     | 0,23    | 0,4      | 6,5               | 4,3               |
|                       | 100–110                    | 0,35    | 0,6      | 6,6               | 4,4               |

**Величина водородного показателя.** Этот показатель не является собственно характеристикой поглотительной способности почв как таковой, но позволяет составить

программу ее изучения. Так, например, рН солевой вытяжки ( $pH_{KCl}$ ) и другие показатели титровальной обменной кислотности принято определять в почвах с  $pH_{H_2O} < 7$  (Растворова и др., 1995). По данным таблиц 5,6,7 и по актуальной кислотности среды, практически все горизонты в пределах всех исследуемых почв фоновой, прикопок, погребённой, ровика и насыпи отличаются слабокислой реакцией среды, где  $pH_{H_2O}$  варьирует от 5,5–6,5. Но также встречаются горизонты с нейтральной реакцией среды, а именно начиная с горизонта АЕL до средней границы ВТ2 до 100 см. Также нейтральную реакцию среды можно найти и в ВЕL[hh] в прикопке Тх-5ф-21 и АЕL в Тх-6ф. В насыпи нейтральная среда только в горизонте RY1 10–30 см, а в ровике ВЕL. Следует подчеркнуть, что в погребённой почве преобладает слабокислая реакция среды и только ВТ1 на глубине 50–65 см и ВСt на глубине 100–110 см присутствует нейтральная реакция среды. Это подтверждает, что и фоновая, и погребённая почва были сформированы на бескарбонатных глинах с примесью третичных пород. Так же не наблюдается подщелачивание погребённой почвы. Если сравнить эти данные с почвами хроноряда Тохмеево-1 то, мы можем заметить, что там верхние слои фоновой и погребённой почвы относятся к слабо- и умеренно кислым (Makeev et al., 2020; 2021). Однако на глубине от 100 см и ниже наблюдается слабокислая и нейтральная среда. Обусловлено это более лёгким гранулометрическим составом, так как Тохмеево-1 сложены на лессовидных суглинках, в то время как Тохмеево-2 на тяжелых глинах.

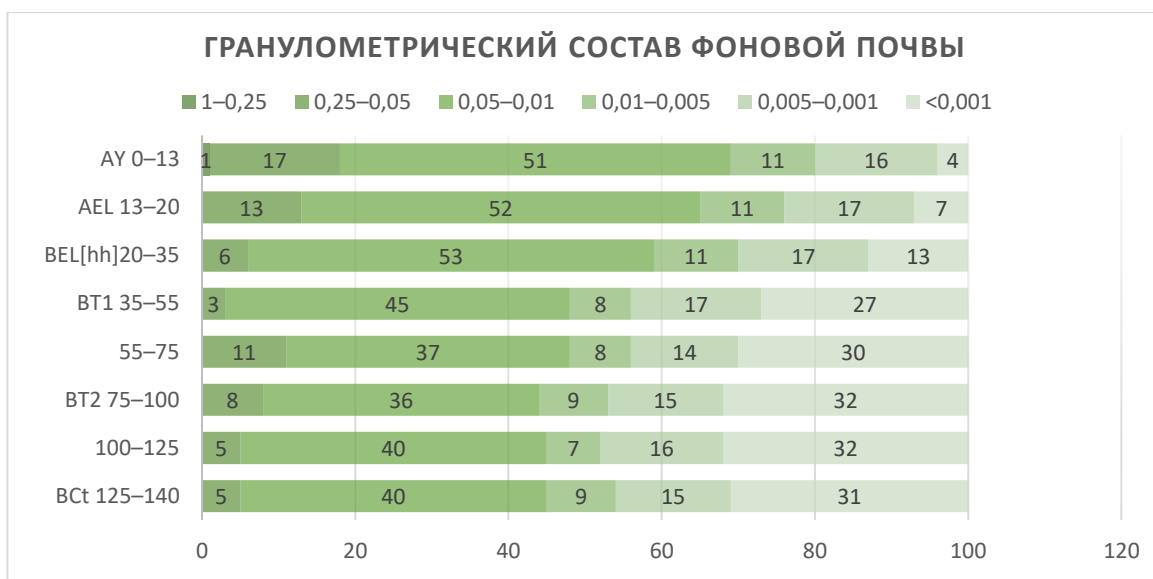
### 3.3 Результаты гранулометрического состава фоновой серой почвы и погребенной почвы археологического памятника Тохмеево-2

Рассмотрим результаты гранулометрического анализа фоновой (серой со вторым гумусовым горизонтом) и погребенной почв. В таблице 8 приведён состав серой среднесуглинистой почвы со вторым гумусовым горизонтом на элюво-делювии пермских глин.

Таблица 8. Гранулометрический состав фоновой почвы курганного комплекса Тохмеево-2.

| Генетический горизонт | Глубина взятия образца, см | Размер частиц, мм; содержание фракций, % |           |           |            |             |        |       |
|-----------------------|----------------------------|--|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|
|                       |                            | 1–0,25                                   | 0,25–0,05 | 0,05–0,01 | 0,01–0,005 | 0,005–0,001 | <0,001 | <0,01 |
| AY                    | 0–13                       | 1  | 8         | 51        | 11         | 16          | 4      | 31    |
| AEI                   | 13–20                      | 0  | 13        | 52        | 11         | 17          | 7      | 35    |
| BEI[hh]               | 20–35                      | 0  | 6         | 53        | 11         | 17          | 13     | 41    |
| BT1                   | 35–55                      | 0  | 3         | 45        | 8          | 17          | 27     | 52    |
|                       | 55–75                      | 0  | 11        | 37        | 8          | 14          | 30     | 52    |
| BT2                   | 75–100                     | 0  | 8         | 36        | 9          | 15          | 32     | 56    |
|                       | 100–125                    | 0  | 5         | 40        | 7          | 16          | 32     | 55    |
| BCt                   | 125–140                    | 0  | 5         | 40        | 9          | 15          | 31     | 55    |

Рисунок 16. Гранулометрический состав фоновой серой почвы. Разрез Тх-2ф-21



По полученным данным гранулометрического анализа фоновая серая почва (таблица 8 и рисунок 16) определена как среднесуглинистая. В почвенном профиле практически отсутствует содержание крупного и среднего песка, а содержание мелкого песка варьируется в пределах всех горизонтов от 3% на глубине 35–50 см до 13% на глубине 13–20 см.

В отличие от песчаных фракций, содержание крупной пыли подчиняется четким закономерностям, а именно: мы видим, что в верхней толще разреза, в горизонтах AY, AEL, BEL[hh] до глубины 35 см содержание этой фракции составляет 51–53%. В текстурных горизонтах и в горизонте BCt содержание фракции 0,05–0,01 мм заметно убывает. Похожую тенденцию мы видим в отношении фракций средней пыли, где в верхних трех горизонтах оно составляет 11% и заметно убывает к средней и нижней части профиля. Содержание тонкой пыли является наиболее стабильной по профилю и варьирует в пределах всей толщи от 14–17%.

Профиль четко дифференцирован по элювиально-иллювиальному признаку. Сильно обезылены горизонт AY, где содержание ила составляет 4%, в то время как в горизонте BEL[hh] оно увеличивается в 2 раза. С горизонта BT1 мы видим постепенное увеличение концентрации ила, вплоть до 32% в горизонте BT2 (до 75 см).

Таким образом, на основании данных гранулометрического состава фоновой почвы мы можем заключить, что обогащенность верхней толщи крупно-средне-пылевой фракции возможно обязано поступлению более облёсванного материала в процессе отложения пароды. Резкая дифференциация по илу и физической глине в толще фоновой

толще вероятно свидетельствует о процессах оподзоливания, партлювации или (лессиважа).

Анализ содержания тонкодиспесной илистой фракции в горизонте BEL[hh] показало её резкое обеднение по сравнению с нижележащей толщей, что подтверждает деградированность этого горизонта, что было установлено нами в процессе макро и мезо морфологической диагностики (таблица 8, рисунок 16).

Рассмотрим гранулометрический состав прикопок, заложенных с целью подтверждения фонового разреза в качестве объекта хроноряда. С этой целью был изучен гранулометрический состав четырёх прикопок (таблица 9). Все разрезы были заложены до глубины 60–70 см, т.е. мы вскрывали серогумусовый, субэлювиальный горизонты, а также горизонт BEL (в разрезе Тх-5ф-21 BEL[hh]) и ВТ1.

Таблица 9. Гранулометрический состав прикопок около фоновой почвы курганного комплекса Тохмеево-2.

| Генетический горизонт | Глубина взятия образца, см | Размер частиц, мм; содержание фракций, % |           |           |            |             |        |       |
|-----------------------|----------------------------|--|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|
|                       |                            | 1–0,25                                   | 0,25–0,05 | 0,05–0,01 | 0,01–0,005 | 0,005–0,001 | <0,001 | <0,01 |
| Тх3ф                  |                            |  |           |           |            |             |        |       |
| АУ                    | 0–15                       | 3  | 8         | 62        | 11         | 12          | 4      | 27    |
| АЕЛ                   | 15–25                      | 0  | 12        | 54        | 12         | 13          | 9      | 34    |
| BEL                   | 25–40                      | 0  | 12        | 50        | 9          | 13          | 16     | 38    |
| ВТ1                   | 45–60                      | 0  | 8         | 44        | 8          | 10          | 30     | 48    |
| Тх4ф                  |                            |  |           |           |            |             |        |       |
| АУ                    | 0–15                       | 2  | 13        | 52        | 11         | 14          | 8      | 33    |
| АЕЛ                   | 15–25                      | 0  | 15        | 49        | 13         | 12          | 11     | 36    |
| BEL                   | 25–45                      | 0  | 11        | 45        | 8          | 11          | 25     | 44    |
| ВТ1                   | 45–65                      | 0  | 8         | 43        | 8          | 10          | 31     | 49    |
| Тх5ф                  |                            |  |           |           |            |             |        |       |
| АУ                    | 0–15                       | 2  | 15        | 46        | 14         | 18          | 5      | 27    |
| АЕЛ                   | 15–25                      | 0  | 10        | 58        | 11         | 17          | 4      | 32    |
| BEL[hh]               | 25–50                      | 0  | 4         | 50        | 10         | 16          | 20     | 46    |
| ВТ1                   | 50–65                      | 0  | 7         | 41        | 8          | 15          | 29     | 52    |
| Тх6ф                  |                            |  |           |           |            |             |        |       |
| АУ                    | 0–15                       | 1  | 15        | 44        | 16         | 18          | 7      | 41    |
| АЕЛ                   | 15–26                      | 0  | 15        | 50        | 9          | 18          | 8      | 35    |
| BEL                   | 26–50                      | 0  | 8         | 50        | 8          | 16          | 18     | 42    |
| ВТ1                   | 50–70                      | 0  | 8         | 44        | 8          | 16          | 24     | 48    |

В отличие от фоновой почвы серогумусовый горизонт по гранулометрическому составу варьирует от легкого суглинка (Тх-3ф-21, Тх-5ф-21), среднего суглинка (Тх-4ф-21) и до тяжелого суглинка (Тх-6ф-21). В общих чертах гранулометрический состав прикопок и фоновой почвы в целом идентичны.

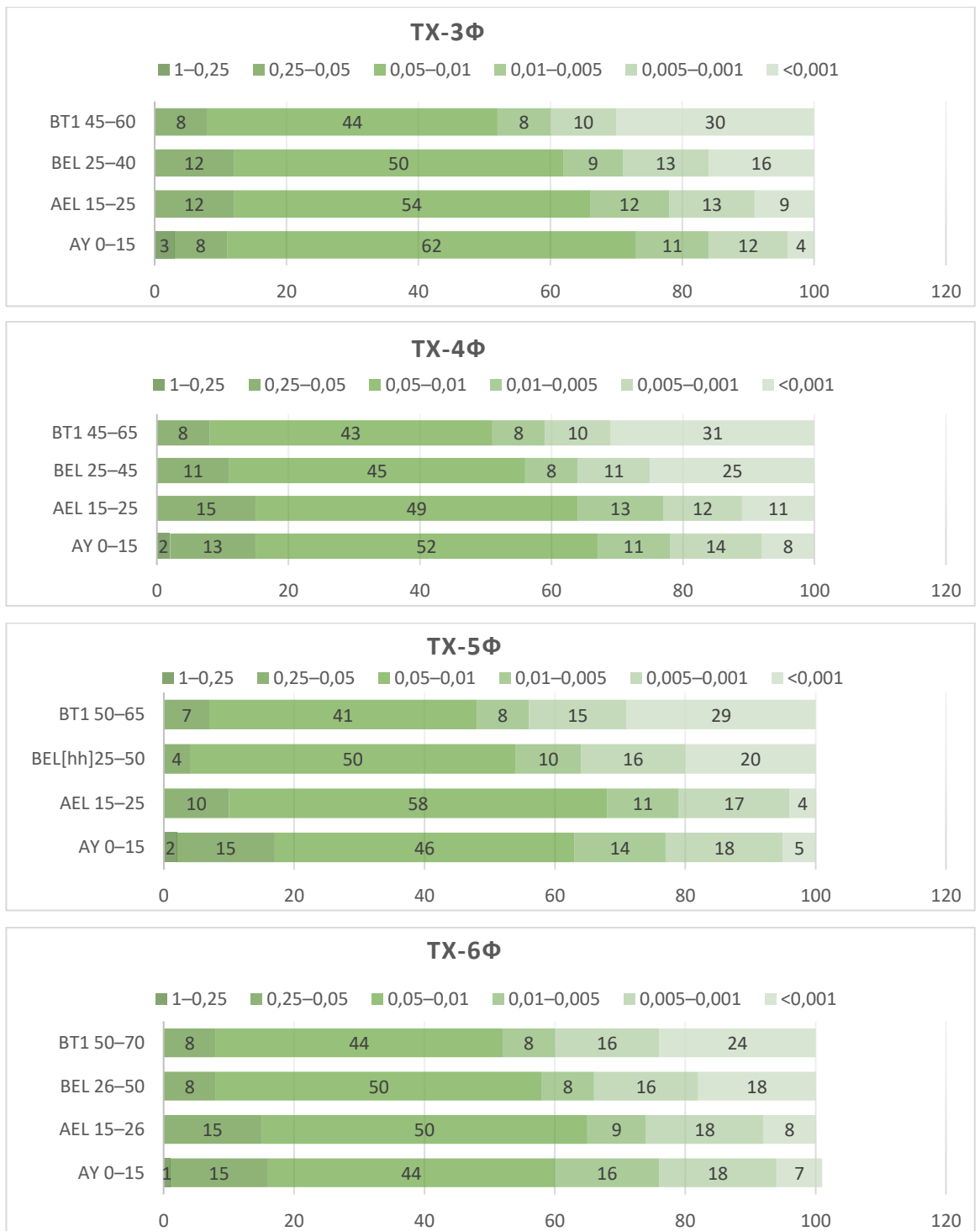


Рисунок 17. Гистограмма гранулометрического состава прикопок.

В горизонтах АУ как фоновой почвы, так и прикопок содержание крупного и среднего песка составляет 1–3%, но полное отсутствие в нижележащей толще. По распределению мелкого песка прикопки Тх-3ф и Тх-4ф близки к фоновому разрезу. Это может быть связано с тем, что они территориально близки относительно друг друга (рисунок 6). В остальных прикопках наблюдается некоторая обогащенность мелким песком в верхних толщах.

В лессовидной фракции наблюдаются те же закономерности, что и в фоновой почве, т.е. обогащённость верхней части профиля (AY и AEL). Похожее видно во фракции средней пыли (рисунок 17). По содержанию фракции тонкой пыли не выявлены четкой закономерности, так как её содержание более или менее равномерно распределена по профилю.

По илу мы видим заметное обеднение илистой фракции горизонтов AY и AEL. Горизонт BEL имеет среднее содержание ила, т.е. больше, чем в вышележащих горизонтах и меньше, чем в горизонте BT1. В разрезе Тх-5ф содержание ила и физической глины в горизонте BEL[hh] заметно больше по сравнению с этой же горизонтом в фоновой почве 13–20%, 41–46%. Это может быть связано с особенностями рельефа, т.к. эта прикопка находится выше всех и имеет высоту 195 м. Вероятно, такое обогащение этими фракциями подтверждает не лучшую сохранность этого горизонта в морфологическом отношении.

Таблица 10. Гранулометрический состав слоев насыпи, почвы ровика и погребенной почвы, Тохмеево-2.

| Генетический горизонт    | Глубина взятия образца, см | Размер частиц, мм; содержание фракций, % |           |           |            |             |        |       |
|--------------------------|----------------------------|--|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|
|                          |                            | 1–0,25                                   | 0,25–0,05 | 0,05–0,01 | 0,01–0,005 | 0,005–0,001 | <0,001 | <0,01 |
| <b>Материал насыпи</b>   |                            |  |           |           |            |             |        |       |
| AY                       | 0–10                       | 4  | 4         | 56        | 11         | 16          | 9      | 36    |
| RY1                      | 10–20                      | 0  | 22        | 37        | 10         | 17          | 14     | 41    |
|                          | 20–30                      | 0  | 7         | 54        | 10         | 16          | 13     | 39    |
| RY2                      | 30–45                      | 0  | 10        | 47        | 10         | 15          | 18     | 43    |
| <b>Почва ровика</b>      |                            |  |           |           |            |             |        |       |
| AY                       | 0–10                       | 7  | 11        | 54        | 10         | 14          | 4      | 28    |
| AEL                      | 10–18                      | 1  | 13        | 52        | 10         | 16          | 8      | 34    |
| BEL                      | 18–32                      | 0  | 10        | 47        | 9          | 13          | 21     | 43    |
| <b>Погребенная почва</b> |                            |  |           |           |            |             |        |       |
| [BEL[hh]]                | 0–10                       | 0  | 8         | 43        | 11         | 14          | 24     | 49    |
|                          | 10–20                      | 0  | 10        | 43        | 9          | 14          | 24     | 47    |
|                          | 20–25                      | 0  | 7         | 46        | 7          | 13          | 27     | 47    |
| [BT1]                    | 25–35                      | 0  | 8         | 41        | 7          | 13          | 31     | 51    |
|                          | 35–50                      | 0  | 5         | 42        | 8          | 13          | 32     | 53    |
| [BT2]                    | 50–65                      | 0  | 11        | 36        | 8          | 10          | 35     | 53    |
|                          | 65–85                      | 0  | 6         | 37        | 9          | 11          | 37     | 57    |
| BCt                      | 85–100                     | 0  | 8         | 33        | 8          | 13          | 38     | 59    |
|                          | 100–110                    | 0  | 8         | 33        | 8          | 13          | 38     | 59    |

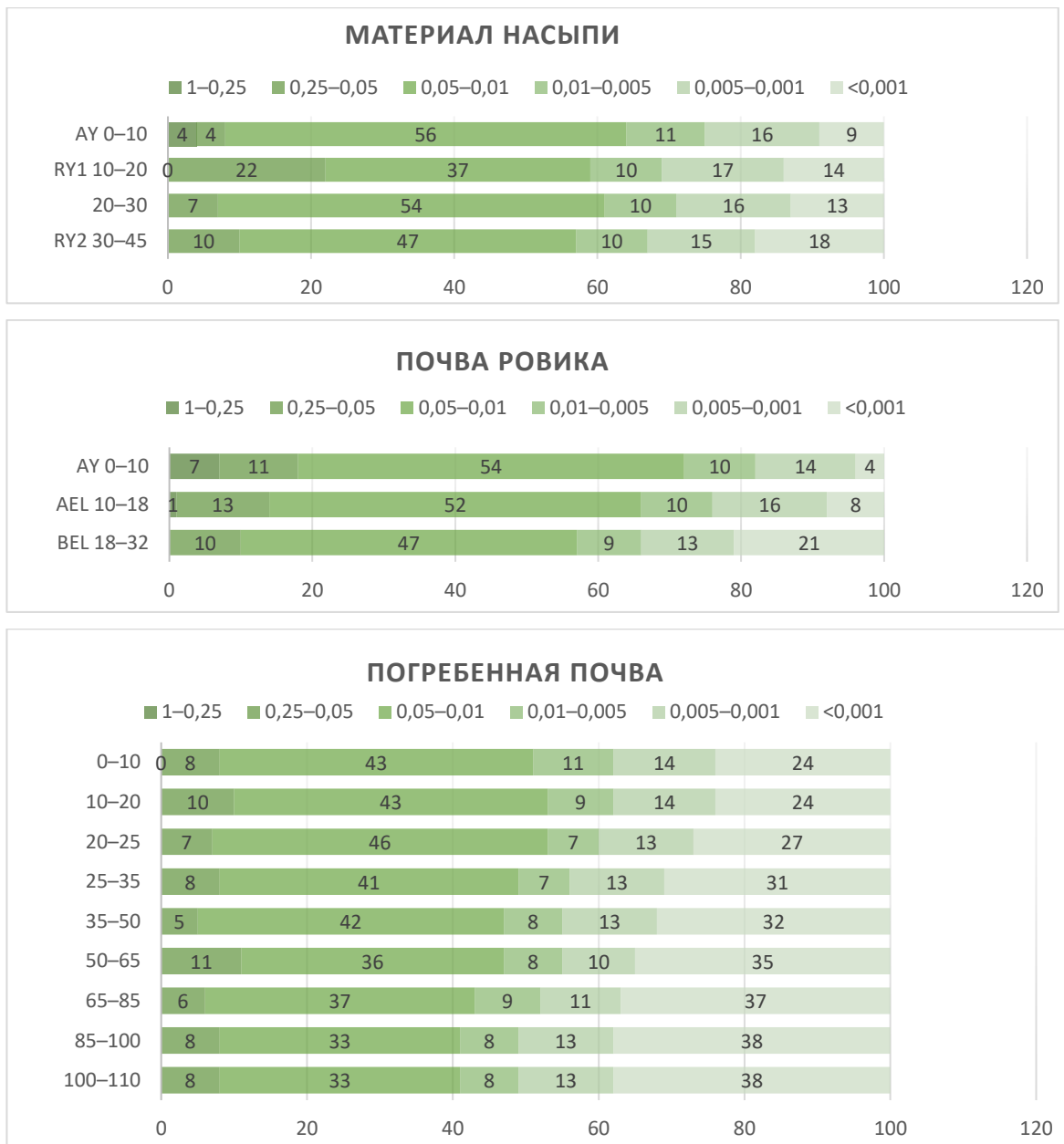


Рисунок 18. Гистограмма гранулометрического состава погребенной почвы и ровика Тх-1п-21

Гранулометрический состав насыпи варьируется от среднего до тяжелого суглинка. В материале насыпи (таблица 10, рисунок 18), как и в фоновой почве нет содержания крупного и среднего за исключением верхнего слоя АУ 4 %. Содержание мелкого песка варьируется в широких пределах (от 4% до 22%) и не подчиняется каким-либо закономерностям. То же самое можно сказать о фракции крупной пыли (от 37% 10–20 см до 56% 0–10 см). Фракции тонкой и средней пыли слабо варьируют в пределах горизонта АУ и горизонтов RY. По илу мы видим тенденцию уменьшения вниз по слоям. Вызывает интерес относительно низкое содержание ила в верхнем горизонте АУ 9%, однако больше, чем в фоновой почве. Таким образом мы можем предположить, что такое заметное



обеднение илом в слое 0–10 см могло произойти за счёт почвообразовательных процессов, таких как выщелачивание или выносом ила, после сооружения кургана.

Почва ровика относится к легко суглинистым и имеет заметное обогащение крупным и мелким песком равномерно распределённый по профилю, что нельзя сказать от крупной пыли, имеющую тенденцию к уменьшению вниз по профилю. Содержание средней и тонкой пыли так же уменьшается вниз по профилю. По содержанию ила горизонты АУ и АЕL заметно обеднены по сравнению с горизонтом ВЕL в 2,5–5 раз. Это соответствует фоновой почве. Таким образом мы можем предположить, что соотношение тонкодисперсной фракции в профиле фоновой почвы, прикопок и ровика обязано процессам выноса илистой фракции.

В погребенной почве, гранулометрический состав которой относится к тяжелым суглинкам и легким глинам, мы видим полное отсутствие песчаных фракций. Невелико содержание фракций мелкого песка. В горизонте [ВЕL[hh]] по содержанию лессовидной фракции у нас есть заметное обогащение (43%–46%) и постепенное убывание вниз по профилю. Содержание средней пыли и тонкой пыли практически не варьируется по профилю; наблюдается некоторое обогащение в горизонте ВЕL[hh] средней пылью.

Горизонт ВЕL[hh] до глубины 20 см составляет 24% и заметно увеличивается к нижней части. А в горизонтах ВТ и ВСт увеличивается постепенно от 31% до 38%. Данные гранулометрического состава подтверждают данные макро и мезо морфологии о скальпировании верхней части погребенной почвы. В пользу этого свидетельствуют следующие факторы: 1) полное отсутствие крупного песка; 2) относительно низкое содержание лессовидной фракции до 43%–46% по сравнению с фоновой почвой, прикопками и ровика, где содержание фракции всегда больше 50%; 3) содержание ила здесь составляет 24%.

В заключении отметим, если сравнивать ВЕL в фоновой почве, прикопках и ровике, там содержание иловой фракции заметно меньше. Если предположить, что у нас в погребенной почве до момента погребения содержание ила было больше по сравнению с фоновой почвой и прикопками, то наличие мощных гумусово-глинистых кутан и гумусовых зеркал произошло заметно раньше её погребения.

### 3.4 Определение органического и минерального фосфора.

Содержание фосфора является важным показателем для оценки почв хроноряд. Групповой состав фосфора в почвах городищ и поселений не отражает зональные закономерности накопления и профильного распределения фосфора, но может служить надежным индикатором наличия антропогенной деятельности в прошлом и служить целям изучения конструктивных особенностей фортификационных сооружений средневековья (Ковалёва и др., 2021).

Таблица 11. Содержание фосфора в погребенной и фоновой почве мг/кг почв хроноряда.

| Фоновая почва (Тх-2ф-21)     |             |       |
|------------------------------|-------------|-------|
| Горизонт                     | Глубина, см | мг/кг |
| АУ                           | 0–13        | 21,4  |
| АЕL                          | 13–20       | 29,9  |
| ВЕL[hh]                      | 20–35       | 17,7  |
| ВТ1                          | 35–55       | 7,7   |
|                              | 55–75       | 0,2   |
| Погребённая почва (Тх-1п-21) |             |       |
| Горизонт                     | Глубина, см | мг/кг |
| [ВЕL[hh]]                    | 0–10        | 17,9  |
|                              | 10–20       | 12,9  |
| [ВЕL[hh]/ВТ1]                | 20–25       | 1,4   |
| [ВТ1]                        | 25–35       | 1,9   |
|                              | 35–50       | 0,7   |

Из данных таблицы 11 мы видим, что самая большая концентрация фосфора в дневной почве – в элювиально-гумусовом горизонте АЕL, где оно достигает 29,9 мг/кг. Такое же высокое содержание фосфора выявлено и в верхнем гумусовом горизонте АУ, достигающем 21,4 мг/кг.

Ниже по разрезу мы видим резкое уменьшение концентрации фосфора, что совпадает со сменой элювиально-гумусового горизонта на субэлювиальный; разница между АЕL и ВЕL[hh] составляет 12,2 мг/кг. Также такую особенность мы видим и при переходе в текстурный горизонт ВТ1. Содержание фосфора резко уменьшается на 10 мг/кг. В самом горизонте сокращение концентрации фосфора постепенное и равномерное, но к 55 см глубины она уже составляет 0,2 мг/кг.

В погребенной почве мы видим похожую тенденцию. Так как гумусовый горизонт был скальпирован, то самая большая концентрация фосфора находится в горизонте ВЕL[hh] 17,9 мг/кг, что очень похожа на концентрацию в фоновой почве ВЕL[hh] 17,7 мг/кг. В самом

горизонте мы видим постепенное уменьшение в зависимости от глубины. Далее резкое уменьшение концентрации фосфора объясняется сменой BEL[hh] на BT1.

Несмотря на похожую тенденцию распределения фосфора по профилю мы видим, что концентрация в погребенной почве органического фосфора больше, чем в фоновой, что свидетельствуют об антропогенном воздействии, а именно о погребении.

### 3.5 Фитолитный анализ.

Результаты фитолитного анализа 5-ти образцов из почв хроноряда Тохмеево-2 приведены в таблице 12.

Таблица 12. Содержание кремниевых микробиоморф и распределение основных диагностических групп фитолитов.

| Образец               | Глубина см | Спикулы, шт. | Фитолиты, шт/% | Диагностические группы фитолитов, % |   |    |    |   |   |   |   |   |    |
|-----------------------|------------|--------------|----------------|-------------------------------------|---|----|----|---|---|---|---|---|----|
|                       |            |              |                | 1*                                  | 2 | 3  | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1. Грабительская яма  |            | -            | 43/100         | 46                                  | 5 | 26 | 19 | 2 | 2 | - | - | - | -  |
| 2. RY2 (Тх-1п-21)     | 40–43      | 1            | 87/100         | 55                                  | 8 | 11 | 18 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1  |
|                       | 43–45      | 1            | 120/100        | 48                                  | 3 | 14 | 29 | 1 | 2 | - | 2 | - | 1  |
| 3. [BEL[hh]] Тх-1п-21 | 0–2        | 1            | 145/100        | 44                                  | 6 | 10 | 37 | 1 | 1 | - | - | 1 | -  |
|                       | 2–5        | -            | 106/100        | 54                                  | 6 | 8  | 29 | 2 | 1 | - | - | - | -  |

\*Цифрами указаны следующие группы фитолитов: 1 – двудольные травы; 2 – иглы хвойных; 3 – лесные злаки; 4 – луговые злаки; 5 – степные злаки; 6 – тростник; 7 – осоки; 8 – культурные злаки; 9 – мхи; 10 – неизвестные формы

Первый образец (яма) содержит минимальное количество фитолитов среди всех рассмотренных образцов. Помимо этого, образец не содержит фрагментов древесного или травянистого детрита. Очевидно, наличие фитолитов в яме случайно и, вероятно, не добавлялась искусственно какая-либо органика.

В образцах из насыпи (RY2) количество фитолитов возрастает сверху вниз, возможно, это отражает процесс создания насыпи, когда на исходную поверхность насыпается вначале материал верхней части гумусового горизонта, где фитолитов много. Можно отметить некоторое уменьшение доли луговых форм фитолитов в верхнем образце насыпи по сравнению с нижележащим. Оба образца выделяются среди прочих присутствием форм, которые могут быть связаны с культурными злаками. Эти формы корродированы, имеют малую размерность, что делает вывод о распашке вышележащей почвы предположительным.

Распределение фитолитов в погребенной почве в горизонте [BEL[hh]] полностью соответствуют требованиям для естественно развитых почв – максимум фитолитов отмечается в самом верхнем слое с постепенным уменьшением вниз по профилю. Верхний

образец (0–2 см) выделяется максимальным количеством форм, характерных для луговых злаков. Скорее всего, непосредственно перед погребением здесь были открыты луговые ландшафты.

### Выводы

1. Сравнительный морфо-генетический анализ почвенных профилей, подкрепленный данными по аналитическим свойствам почв хроноряда курганного комплекса бронзового века Тохмеево 2 (Чувашия), позволил отнести их к серым (со вторым гумусовым горизонтом) почвам, развитым на элюво-делювии пермских глин, что свидетельствует о формировании текстурной дифференциации почв уже в среднем голоцене (до сооружения кургана, граница атлантического и суббореального периодов); это свидетельствует о стабильности ландшафтной обстановки на границе широколиственных лесов и северной лесостепи за последние ~ 4,5 тыс. лет.

2. Несмотря на принадлежности почв хроноряда к одному типу, в фоновой почве в течение суббореала и субатлантики усиливались процессы элювиирования, проявившиеся в их морфологии и свойствах, в деградации второго гумусового горизонта и гумусово-глинистых кутан («зеркал») в текстурных горизонтах; выявлено формирование укороченного профиля текстурно-дифференцированной почвы на месте ровика. Диагенез почвы при погребении выразился в процессе дегумификации прогумусированной части профиля.

3. На основании комплекса морфологической диагностики и аналитических исследований установлена срезка верхней части погребенной почвы (скальпированы исходные горизонты AY/AEL) при сооружении кургана на глубину ~ 20 см, что позволило корректно сравнить почвенные профили хроноряда с уровня второго гумусового горизонта.

4. Проведенные исследования почв хроноряда Тохмеево 2 подтверждают динамичную устойчивость ландшафтов подзоны широколиственных лесов, установленных ранее на других хронорядах почв археологических памятников бронзы и раннего железного века Чувашии (Тохмеево 1, Сареево городище раннего железного века и Таушкасийское курганное кладбище бронзового века), развитых на иной литогенной основе (покровные суглинки и дериваты песчаников пермского возраста).

## Благодарность

Автор выражает благодарность всем, кто помогал и содействовал в выполнении этой работы. Научному руководителю, А.В. Русакову за руководство, советы, ценные замечания в работе и предоставленную литературу; А.О. Макееву за возможность участия в экспедиции 2021 года и помощи в оценке изучения динамики ландшафтных изменений в позднем голоцене; Е.А. Русаковой и О.С. Хохловой за помощь в описании разрезов курганного могильника Тохмеево 2, а так же за дальнейший лабораторный анализ образцов на физико-химические и гранулометрические свойства почвы; Е.П. Михайлову (Чувашский государственный институт гуманитарных наук) за консультацию по вопросам археологических данных Абашевской культуры; А.И. Нуретдиновой за помощь в организации лабораторного анализа на фосфор; А.А. Гольевой за предоставленные результаты фитолитного анализа.

## Литература

- Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда // Ин-т географии РАН. М.: Наука. – 2005. – С. 223.
- Арчиков И.Е. География Чувашской Республики // Учебное пособие для общеобразовательных школ. Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во. – 1998. – С. 109.
- Болиховская Н.С. Эволюция лессово-почвообразования в пределах Северной Евразии // М.: Моск. ун-та. – 1995. – С. 267.
- Большов С.В. Лесная полоса среднего Поволжья в эпоху средней бронзы. Проблемы культурогенеза первой половины 11 тысячелетия до н.э // Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Марийский государственный университет». – 2011. – С. 40.
- Глазовская М.А. Роль и функции педосферы в геохимических циклах углерода // Почвоведение. – 1996. – С. 174–186.
- Глазовская М.А. Педолитогенез и фоссилизация органического углерода в четвертичных покровах Евразии // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 1996. – № 6. – С. 21–33.
- Каховский В.Ф., Павлов Н.С. Археологические работы в Чувашской АССР в 1958 — 1961 годах. Ученые записки, выпуск XXV // Чебоксары: Научно-исследовательский институт языка, литературы, истории и экономики при Совете Министров Чувашской АССР. – 1964. – С. 272.
- Ковалёва Н.О, Решетникова Н.А, Ковалёв И.В. Фосфор в культурных слоях и урбазкосистем // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение –2021. – С. 12.
- Михайлов Е.П., Березина Н.С., Березин А.Ю., Кузьминых С.В., Мясников Н.С., Каховский В.Ф., Каховский Б.В. Археологическая карта Чувашской Республики // Научно-справочное издание Чебоксары. – 2015. – Т.3. – С 367.
- Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И. и др. Химический анализ почв // Учебное пособие. СПб.: С.-Петербургского университета. –1995. – С. 264.
- Панин А.В., Каревская И.А., Фузеина Ю.Н., Шеремецкая Е.Д. Овраги середины голоцена, свидетельствующие об экстремальных гидроклиматических явлениях в центре Русской равнины // Геогр. Пол. – (2011). – №84 (1). – С. 95-115. Doi:<http://dx.doi.org/10.7163/GPol.2011.S1.7>.
- Шилов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России // Смоленск: Ойкумена. – 2004. – С. 342.

Чендев Ю. Г., Иванов И.В. Динамика почвенного покрова на юго-востоке Европы и в южном Зауралье в суббореальный период // Евразийские почвоведческие науки. – 2007. – №40(11). – С. 1158-1168.

Aseyeva E., Makeev A., Kurbanova F., Kust P., Rusakov A., Khokhlova O., Mihailov E., Puzanova T., Golyeva A. Paleolandscape Reconstruction Based on the Study of A Buried Soil of the Bronze Age in the Broadleaf Forest Area of the Russian Plain // Geosciences; doi:10.3390/geosciences9030111. – 2019. – 9, 111. – P. 1–27.

Makeev A., Aseyeva E., Rusakov A., Sorokina K., Puzanova T., Khokhlova O., Kust P., Kurbanova F., Chernov T., Kutovaya O., Lebedeva M., Mihailov E. The environment of the Early Iron Age at the southern fringe of the forest zone of the Russian Plain // Quaternary International , <http://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.04.002> . –2018. – P. 218-327.

Makeev A., Rusakov A., Khokhlova O., Kust P., Mikhaylova D., Aseyeva E., Kurbanova F., Rusakova E., Mihailov E. Dataset on spatial variability of soil properties: Tokhmevevo archaeological site of the Bronze Age, Chuvashia (southern fringe of the forest zone), the Russian Plain) // Data in Brief, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106489>. – 2020. – P. 20.

Makeev A., Rusakov A., Kurbanova F., Khokhlova O., Kust P., Lebedeva M., Milanovskiy E., Egli M., Denisova E., Aseyeva E., Rusakova E., 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 //Quaternary International. DOI: 10.1016/j.quaint.2020.09.015. – 2021. – 590. – P. 26-47.