

**ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ /
PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, SOIL GEOGRAPHY AND LANDSCAPE GEOCHEMISTRY**

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.15>

**МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛАНДШАФТОВ И ПОЧВ, В СВЯЗИ С ИССЛЕДОВАНИЯМИ
АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Научная статья

Спиридонова И.Н.^{1,*}, Голубенко С.А.²

¹ORCID : 0000-0001-6167-7320;

^{1,2} Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (irunekspir[at]yandex.ru)

Аннотация

В статье показаны специально-научные методы исследования географии почв Среднего Поволжья, которые используются в процессе полевого сбора информации и её камеральной обработки, а также систематизации собранного материала. Проанализированы специально-научные методы различных направлений географической науки: почвенно-археологический, исторический, сравнительно-географический и сравнительно-хронологический методы палеогеографии. Более того, изучен дополнительный метод сравнительного геохимического анализа фоновых, накурганных и погребенных почв, допускающий проведение реконструкции палеосреды различных временных срезов голоцена, рассчитаны отношения индексов химического выветривания – CIA (the Chemical Index of Alteration) по N.W. Nesbitt. CIA отображает условия преобразования первичных минералов и обладает тесной взаимосвязью со среднегодовым количеством осадков.

Ключевые слова: Республика Татарстан, погребенные почвы, городище, почвенно-археологические методы, голоцен.

**METHODS FOR STUDYING LANDSCAPE AND SOIL DEVELOPMENT IN RELATION TO RESEARCH ON
ARCHAEOLOGICAL MONUMENTS IN THE MIDDLE VOLGA REGION**

Research article

Spiridonova I.N.^{1,*}, Golubenko S.A.²

¹ORCID : 0000-0001-6167-7320;

^{1,2} Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russian Federation

* Corresponding author (irunekspir[at]yandex.ru)

Abstract

The article shows special scientific methods of research of soil geography of the Middle Volga region, which are used in the process of field collection of information and its cameral processing, as well as the systematization of the collected material. The special scientific methods of different branches of geographical science are analysed: soil-archaeological, historical, comparative-geographical and comparative-chronological methods of paleogeography. Moreover, an additional method of comparative geochemical analysis of background, mounded and buried soils has been studied, allowing for reconstruction of paleoenvironment of different Holocene time slices and relations of the CIA (the Chemical Index of Alteration) by N.W. Nesbitt. The CIA reflects the conditions of transformation of primary minerals and has a close correlation with the average annual amount of precipitation.

Keywords: Republic of Tatarstan, buried soils, ancient settlement, soil and archaeological methods, Holocene.

Введение

Научные труды основных российских и зарубежных авторов, всевозможные публикации, исследования археологических памятников, связанные с исследованиями почв в голоцене, определяют методологические подходы изучения развития почв. В Среднем Поволжье комплексных исследований проводилось мало, преобладали геоботанические исследования на основе споро-пыльцевого анализа Н.В. Благовещенской, многочисленные работы археологов А.А. Чижевского, А.В. Лыганова, М.Ш. Галимовой, также Л.А. Гугалинской и др. [4], [7], [22], [23]. Из проведенных работ в степной зоне следует отметить изучение курганных захоронений М.И. Дергачевой и др., а также Е.В. Пономаренко и др. по исследованию динамики заселения участка Самарской Луки, где было выявлено семь эрозионно-аккумулятивных циклов в позднем голоцене [8], [16].

Методы и принципы исследования

При почвенных исследованиях используется широкий спектр различных методов: минералогические, гранулометрические, химические и физико-химические, рентгеноструктурные, спектральные, микробиологические и многие другие анализы. В результате устанавливается конкретная связь в изменении тех или иных свойств почвы с изменением почвообразующих факторов.

Сравнительно-географический метод был первым и ключевым способом, применяемым в исследованиях почвоведения, с момента его возникновения. Этот метод связывает наличие определенных типов почв с конкретными географическими условиями. А.А. Роде оценивал этот метод как коррелятивный и называл его сравнительно-

генетическим, основанным на интеграции результатов, получаемых сравнительно-аналитическими, стационарными методами и моделированием почвенных процессов, при учетывании внешних условий почвообразования [17], [18].

Вместе с комплексными исследованиями факторов почвообразования на исследуемой территории также изучаются и сами почвы – их внешние признаки, химические и физические свойства.

Почвенно-археологический метод, или метод почвенных хронорядов, первоначально обоснованный А.Н. Геннадиевым [5], [6], в геоархеологии и почвоведении России пользуется широким признанием. Многие авторы используют почвенно-археологический метод [1], [9], [10], [20]. Метод основан на сравнительном изучении почв на земляных археологических памятниках (культурные слои древних поселений, курганы, валы) с естественными почвами вокруг памятников археологического значения. При сравнении между собой компонентов почвенного хроноряда, чем больше используется количество различных датированных земляных насыпей, а также погребенных под ними почв, тем более подробная, дателизованная информация получается об изменении во времени природной среды. Метод почвенных хронорядов показывает, как почвы ведут взаимодействие с растительностью и нижнем слоем атмосферы, в котором формируются и развиваются, указывая информацию о биоклиматической обстановке. Когда происходит наложение техногенного наноса, почвы в этот момент «выходят» из области интенсивного и активного почвообразования на длительное время (тысячелетия) и сохраняют те факторы среды, которые присутствовали до момента ее погребения. Направленность и скорость эволюции почвы определяются при помощи сравнения признаков этой почвы с признаками современной почвы, которая развивалась и изменялась вплоть до настоящего времени [21].

Одним из важных методов палеопочвенного исследования является комплекс магнитных методов и осуществления геохимических и минералогических анализов. Изучение магнитной минералогии почв доказало увеличение значения магнитной восприимчивости материала почвенного профиля в сравнении с почвообразующей породой, которое зависит от среднегодового количества осадков [24], [25]. Теперь стало возможно более детально вычислить и рассчитать на изучаемой территории величины атмосферных осадков в прошлые исторические эпохи.

Благодаря более углубленному изучению разновозрастных погребенных почв (курганов) в степной зоне Русской равнины, стали использоваться геохимические методы исследования, которые показывают реконструкцию эволюции голоценовых почв. Исследование геохимического состава этих почв показали, что их химический и минералогический состав значительно варьируется на незначительных с геологической точки зрения интервалах, иногда не превышающих 150 лет и эти изменения прямо коррелируют с динамикой климата в голоцене. Можно сказать, что фактор времени оказывает меньшее воздействие на накопление и перемещение химических элементов, чем кратковременные климатические колебания [11].

Перемещение химических элементов в профиле почвы (CaO, Na₂O, MgO, S, Sr, Sc, Cd, As), которые легко соединяются с карбонатами, солями, гипсом, и осаднение, осуществляющее при испарительной концентрации, воздействуют на миграцию химических элементов в почвах сухостепной зоны. Основным фактор, оказывающий влияние на почвообразование сухостепной зоны, является динамика климата. Динамика показывает, что в аридные эпохи преимущественно осуществляется процесс испарительной концентрации. Важную роль играет увеличение уровня биологической активности и видового разнообразия. А в гумидных эпохах – накопление элементов растениями (MnO, Fe₂O₃, Cr, Co, Ni, Ba, Zr, Mo, Sn, Ce, Nb).

В течение голоцена циклично изменялись геохимические показатели интенсивности засоления (Na₂O/K₂O, (K₂O+Na₂O)/Al₂O₃, Na₂O/Al₂O₃), карбонатности ((CaO+MgO)/Al₂O₃), окисления ((Fe₂O₃+MnO)/Al₂O₃), биологической активности (биопродуктивности) (MnO/Al₂O₃, MnO/Fe₂O₃, (Fe₂O₃+MnO)/Fe₂O₃), выщелачивания (Ba/Sr) и выветривания (индекс химического выветривания CIA=[Al₂O₃/(Al₂O₃+CaO+Na₂O+K₂O)]x100, коэффициент выветривания Al₂O₃/(CaO+Na₂O+K₂O+MgO)). Основываясь на принципиально новых палеопочвенных геохимических методах, реконструирована вековая динамика палеоэкологических условий в степях юго-восточной части Русской равнины в голоцене. Согласно исследованиям сухостепной зоны за последние 6000 лет, следует отметить что, климат носит циклический характер, то есть с разной продолжительностью и интенсивностью периоды увлажнения сменялись аридными эпохами.

Для количественных реконструкций палеоклиматических условий древних эпох, для определения зависимости параметров в отложениях с современными климатическими условиями необходимо использование геохимических, геофизических показателей (среднее годовое количество осадков, температура и т. д.) [12].

Основные результаты

Основной метод исследований, используемый при изучении погребенных почв курганных захоронений Коминтерн I, а также культурных слоёв Маклашеевского II городища (Республика Татарстан), был почвенно-археологический, при котором изучались почвы поселений, почвы курганных захоронений, а также городищ. Также выделенные в позднем голоцене семь эрозионно-аккумулятивных циклов позволили изучить границы ареалов поселений по «следам» жизнедеятельности отмеченных этносов в почвах и наносах [16]. Был произведен анализ валового химического состава генетических горизонтов. Результаты, полученные рентгенофлуорисцентным методом, были пересчитаны на прокаленную бескарбонатную навеску. Затем определены отношения TiO₂/Al₂O₃, MnO/Fe₂O₃, Al₂O₃/(CaO+MgO+Na₂O+K₂O), которые рассчитываются в пересчете на молярную массу и был найден индекс химического выветривания CIA (The Chemical Index of Alteration) по N.W. Nesbitt [2], [13], [26], который показывает условия преобразования первичных минералов и непосредственно взаимодействует со среднегодовым количеством осадков [13], [27]. При осуществлении анализа данных по объектам Среднего Поволжья, на примере Спасского района Республики Татарстан, определены значения CIA верхних генетических горизонтов почв, а также рассчитаны соответствующие им значений среднегодового количества осадков с величиной достоверности 0,9629. На рисунках 1, 2 и 3 показаны предполагаемые величины увлажнения отдельных срезов голоцена.

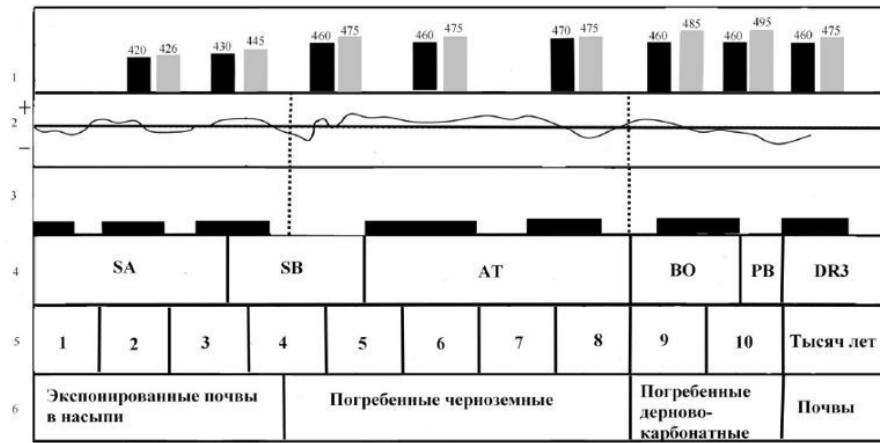


Рисунок 1 - Количество осадков и реконструкция палеосреды луговой культуры
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.15.1>

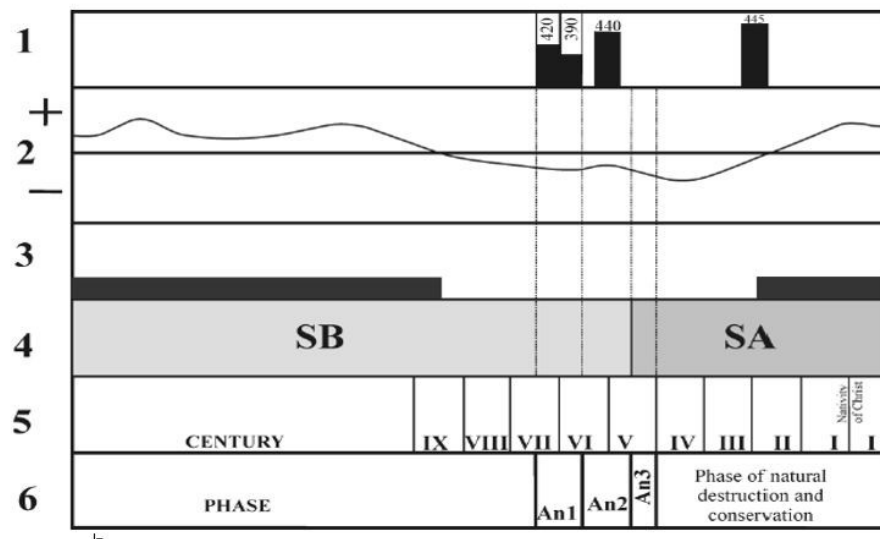


Рисунок 2 - Количество осадков и реконструкция палеосреды ананьинской культуры
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.15.2>

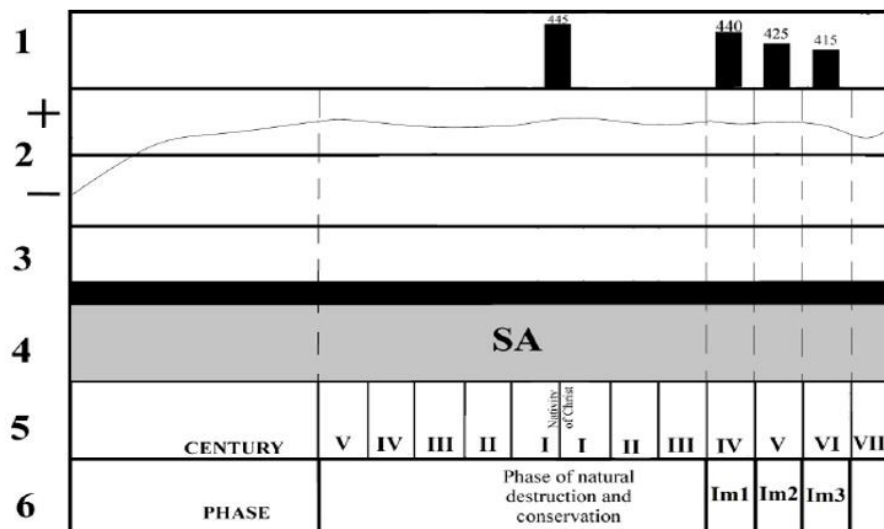


Рисунок 3 - Количество осадков и реконструкция палеосреды именковской культуры
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.15.3>

Примечание: 1 – Осадки – реконструированы по индексу химического выветривания, коэффициентам выветривания и другим показателям; 2 – Среднегодовая температура для южной лесной зоны; 3 – Ритмы почвообразования по С.А. Сычевой (темные полосы – периоды почвообразования, светлые – периоды литогенеза); 4 – Подразделение голоцена в модификации Н.А. Хотинского [19]: SA – субатлантический период голоцена, SB – суббореальный период голоцена, AT – атлантический период голоцена, BO – бореальный период голоцена, PB – пребореальный период голоцена, DR3 – поздний дриас; 5 – Века; 6 – Ап – ананьинская культура, It – именьковская культура

Гранулометрический состав был выполнен по Н.А. Качинскому. Агрегатный состав определялся по классификации С.А. Захарова. Расчеты коэффициентов структурности и водоустойчивости проводились по Н. И. Саввинову. Среди физико-химических свойств определялась актуальная, обменная (методом соляной и водной вытяжки) и гидролитическая кислотность, сумма поглощенных оснований (метод Каппена) и емкость катионного обмена, а также подвижные и валовые формы азота, калия и фосфора [3]. Определение гумуса проводилось методом И.В. Тюрина, определение подвижного калия и фосфора – методом Ф.В. Чирикова [14], [15].

Были рассмотрены методологические подходы и методы изучения развития почв. Отобранные нами методы исследования позволяют установить основные стадии формирования почв в позднем голоцене, этапы развития геосистем и ландшафтов, а также строение почвенного покрова в различных подразделениях позднего голоцена. Представленный набор методов исследования позволяет реализовать комплексный подход по реконструкции условий почвообразования, а также эволюции природной среды в голоцене.

Заключение

Таким образом, научно-методический и исследовательский материал был изучен и проанализирован. Следует отметить, что изучение результатов исследования, проведенных на территории лесостепной зоны Республики Татарстан, сводится к рациональному использованию изученных исследуемых данных по эволюции почв и преобразованию природных условий в позднем голоцене лесостепной зоны Среднего Поволжья. Также результаты исследования необходимы при разработке современных проектов землепользования и для обоснования и планирования лесозаготовительных, лесовосстановительных работ. Археологические объекты эпохи поздней бронзы, раннего железного века и раннего средневековья можно рассматривать как объекты проектирования зон рекреации и научного туризма. Эти объекты лесостепной зоны Среднего Поволжья имеют археологически датированное начало регенерационных процессов и они могут быть основой исследования воспроизводства почв и биоты в экосистемах с нарушенным почвенно-растительным покровом. Археологические объекты возможно использовать как пространственно-временную модель для исследования процессов воспроизводства компонентов нарушенных геосистем.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Александровский А.Л. Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене / А.Л. Александровский. — М.: Наука, 1983. — 150 с.
2. Алексеев А.О. Оксидогенез железа в почвах степной зоны / А.О. Алексеев, Т.В. Алексеева. — М.: ГЕОС, 2012. — 204 с.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. — М.: МГУ, 1970. — 487 с.
4. Благовещенская Н.В. История растительности центральной части Приволжской возвышенности в голоцене : автореф. дисс. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / Благовещенская Нина Васильевна. — Ульяновск, 2009. — 35 с.
5. Геннадиев А.Н. Изучение почвообразования методом хронорядов (на примере почв Приэльбрусья) / А.Н. Геннадиев // Почвоведение. — 1978. — № 12. — С. 33-43.
6. Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития / А.Н. Геннадиев. — М.: Изд. Московского ун-та, 1990. — 230 с.
7. Гугалинская Л.А. Палеоэкология почвообразования на финально-палеолитическом поселении Шолма-1 (Приволжская возвышенность, Чувашское плато) / Л.А. Гугалинская, В.М. Алифанов, А.С. Березина и др. // Изв. Самарского научного центра РАН. — Самара: СНЦ, 2010. — Т. 12. — № 1. — С. 1006-1010.
8. Дергачева М.И. Палеопочвы, культурные горизонты и природные условия их формирования в эпоху бронзы в степной зоне Самарского Заволжья / М.И. Дергачева, Д.И. Васильева // Вопросы археологии Поволжья. — Самара: Научно-технический центр, 2006. — С. 464-476.
9. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене / И.В. Иванов. — М.: Наука, 1992. — 143 с.

10. Иванов И.В. Методы изучения эволюции почв / И.В. Иванов, А.Л. Александровский // Почвоведение. — 1987. — № 1. — С. 112-121.
11. Калинин П.И. Лёссы, палеопочвы и палеогеография квартера юго-востока Русской равнины / П.И. Калинин, А.О. Алексеев, А.Д. Савко // Труды НИИ геологии Воронеж. гос. ун-та. — Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2009. — Вып. 58. — 140 с.
12. Калинин П.И. Перспективы использования геохимических параметров в палеопочвоведении / П.И. Калинин // Проблемы истории, методологии и социологии почвоведения. — Пушкино, 2017. — С. 324-326.
13. Калинин П.И. Геохимические характеристики погребенных голоценовых почв степей Приволжской возвышенности / П.И. Калинин, А.О. Алексеев // Вестник ВГУ. Серия: География, Геоэкология. — 2008. — № 1. — С. 9-15.
14. Ломов С.П. Современные и погребенные почвы курганных захоронений лесостепной зоны Среднего Поволжья (на примере Коминтерновского кургана I) / С.П. Ломов, А.В. Лыганов, А.А. Хисяметдинова и др. // Почвоведение. — 2017. — № 5. — С. 558-568.
15. Ломов С.П. Геохимические условия современных и погребенных почв курганных захоронений лесостепной зоны Среднего Поволжья / С.П. Ломов, И.Н. Спиридонова // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. — 2018. — Т. 18. — № 1. — С. 14-21.
16. Пономаренко Е.В. Подходы к реконструкции динамики заселения территории по почвенным признакам / Е.В. Пономаренко, Д.С. Пономаренко, Д.А. Стащенко и др. // Поволжская археология. — 2015. — № 1. — С. 1-43.
17. Роде А.А. Почвообразовательный процесс и эволюция почв / А.А. Роде. — М.: Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1947. — 142 с.
18. Роде А.А. Система методов исследования в почвоведении / А.А. Роде. — Новосибирск: Наука, 1971. — 92 с.
19. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии / Н.А. Хотинский. — М., 1977. — 200 с.
20. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене / Ю.Г. Чендев. — М.: GEOS, 2008. — 212 с.
21. Чендев Ю.Г. Опыт реконструкции биоклиматических обстановок прошлого по палеопочвенным индикаторам (лесостепь центра Восточной Европы) / Ю.Г. Чендев // Палеопочвы, природная среда и методы их диагностики. — Новосибирск, 2012. — С. 181-194.
22. Чижевский А.А. Междисциплинарные исследования Коминтерновского кургана II эпохи поздней бронзы и стоянки каменного века / А.А. Чижевский, М.Ш. Галимова, Л.В. Мельников и др. // Археология и естественные науки Татарстана. — Казань: Институт истории им. Ш. Марджани АН РТ, 2011. — Кн. 4. — С. 336-367.
23. Чижевский А.А. Исследование оборонительных сооружений Маклашеевского II городища в 2014 г / А.А. Чижевский, А.А. Хисяметдинова, Л.А. Вязов и др. // XV Бадеровские чтения по археологии Урала и Поволжья. Материалы всероссийской научно-практической конференции. — Пермь: ПГНИУ, 2016. — С. 119-125.
24. Alekseev A.O. Magnetic Properties and Mineralogy of Iron Compounds in Steppe Soils / A.O. Alekseev, T.V. Alekseeva, B.A. Maher // Eurasian Soil Sci. — 2003. — Vol. 36. — P. 59-70.
25. Maher B.A. Climate Dependence of Soil Magnetism across the Russian Steppe: Significance for Use of Soil Magnetism as a Palaeoclimatic Proxy / B.A. Maher, A.O. Alekseev, T.V. Alekseeva // Quaternary Science Reviews. — 2002. — Vol. 21. — P. 1571-1576.
26. Nesbitt H.W. Early Proterozoic Climate of Sand Stone and Munstone Suites Using SiO₂ Content and K₂O/Na₂O ratio / H.W. Nesbitt, G.M. Young // Nature. — 1982. — Vol. 299. — P. 715-717.
27. Retallack G. Soils and Global Change in the Carbon Cycle over Geological Time / G. Retallack // Treatise On Geochemistry. — 2004. — Vol. 5. — P. 581-605.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Aleksandrovskij A.L. Jevoljucija pochv Vostochno-Evropejskoj ravniny v golocene [Evolution of Soils of the East European Plain in the Holocene] / A.L. Aleksandrovskij. — М.: Nauka, 1983. — 150 p. [in Russian]
2. Alekseev A.O. Oksidogenez zheleza v pochvah stepnoj zony [Oxidogenesis of Iron in Soils of the Steppe Zone] / A.O. Alekseev, T.V. Alekseeva. — М.: GEOS, 2012. — 204 p. [in Russian]
3. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv [Guide to the Chemical Analysis of Soils] / E.V. Arinushkina. — М.: MSU, 1970. — 487 p. [in Russian]
4. Blagoveshhenskaja N.V. Istorija rastitel'nosti central'noj chasti Privolzhskoj vozvyshehnosti v golocene [The History of Vegetation in the Central Part of the Volga Upland in the Holocene] : diss. abst. ... of PhD in Biology : 03.00.16 / Blagoveshhenskaja Nina Vasil'evna. — Ul'janovsk, 2009. — 35 p. [in Russian]
5. Gennadiev A.N. Izuchenie pochvoobrazovanija metodom hronorjadov (na primere pochv Prijel'brus'ja) [A Study of Soil Formation by the Method of Chronoserries (on the example of the soils of the Elbrus region)] / A.N. Gennadiev // Pochvovedenie [Soil Science]. — 1978. — № 12. — P. 33-43. [in Russian]
6. Gennadiev A.N. Pochvy i vremja: modeli razvitija [Soils and Time: Models of Development] / A.N. Gennadiev. — М.: Moscow University Publishing House, 1990. — 230 p. [in Russian]
7. Gugalinskaja L.A. Paleojekologija pochvoobrazovanija na final'no-paleoliticheskom poselenii Sholma-1 (Privolzhskaja vozvyshehnost', Chuvashskoe plato) [Paleoecology of Soil Formation at the Final Paleolithic Settlement Sholma-1 (Volga Upland, Chuvash Plateau)] / L.A. Gugalinskaja, V.M. Alifanov, A.S. Berezina [et al.] // Izv. Samarskogo nauchnogo centra RAN [Proceedings Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. — Samara: SSC, 2010. — Vol. 12. — № 1. — P. 1006-1010. [in Russian]
8. Dergacheva M.I. Paleopochvy, kul'turnye gorizonty i prirodnye uslovija ih formirovanija v jepohu bronzy v stepnoj zone Samarskogo Zavolzh'ja [Paleosols, Cultural Horizons and Natural Conditions of Their Formation in the Bronze Age in

- the Steppe Zone of the Samara Trans-Volga Region] / M.I. Dergacheva, D.I. Vasil'eva // *Voprosy arheologii Povolzh'ja* [Questions of Archeology of the Volga Region]. — Samara: Scientific and technical center, 2006. — P. 464-476. [in Russian]
9. Ivanov I.V. Jevoljucija pochv stepnoj zony v golocene [Evolution of Soils of the Steppe Zone in the Holocene] / I.V. Ivanov. — M.: Nauka, 1992. — 143 p. [in Russian]
10. Ivanov I.V. Metody izuchenija jevoljucii pochv [Methods for Studying the Evolution of Soils] / I.V. Ivanov, A.L. Aleksandrovskij // *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science]. — 1987. — № 1. — P. 112-121. [in Russian]
11. Kalinin P.I. Ljossy, paleopochvy i paleogeografija kvartera jugo-vostoka Russkoj ravniny [Loesses, Paleosols and Paleogeography of the Quaternary of the Southeast of the Russian Plain] / P.I. Kalinin, A.O. Alekseev, A.D. Savko // *Trudy NII geologii Voronezh. gos. un-ta* [Proceedings of the Research Institute of Geology Voronezh State University]. — Voronezh: Voronezh State University Publishing House, 2009. — Iss. 58. — 140 p. [in Russian]
12. Kalinin P.I. Perspektivy ispol'zovaniya geohimicheskikh parametrov v paleopochvovedenii [Prospects for the Use of Geochemical Parameters in Paleosol Science] / P.I. Kalinin // *Problemy istorii, metodologii i sociologii pochvovedeniya* [Problems of the History, Methodology and Sociology of Soil Science]. — Pushhino, 2017. — P. 324-326. [in Russian]
13. Kalinin P.I. Geohimicheskie karakteristiki pogrebennyh golocenovyh pochv stepej Privolzhskoj vozvysshennosti [Geochemical Characteristics of Buried Holocene Soils of the Steppes of the Volga Upland] / P.I. Kalinin, A.O. Alekseev // *Vestnik VGU. Serija: Geografija, Geojekologija* [Bulletin of the VSU. Series: Geography, Geoecology]. — 2008. — № 1. — P. 9-15. [in Russian]
14. Lomov S.P. Sovremennye i pogrebennye pochvy kurgannyh zahoroneniij lesostepnoj zony Srednego Povolzh'ja (na primere Kominternovskogo kurgana I) [Modern and Buried Soils of Mound Burials in the Forest-Steppe Zone of the Middle Volga Region (on the example of Kominternovskiy kurgan I)] / S.P. Lomov, A.V. Lyganov, A.A. Hisjametdinova et al. // *Pochvovedenie* [Soil Science]. — 2017. — № 5. — P. 558-568. [in Russian]
15. Lomov S.P. Geohimicheskie uslovija sovremennyh i pogrebennyh pochv kurgannyh zahoroneniij lesostepnoj zony Srednego Povolzh'ja [Geochemical Conditions of Modern and Buried Soils of Burial Mounds in the Forest-Steppe Zone of the Middle Volga] / S.P. Lomov, I.N. Spiridonova // *Izv. Sarat. un-ta. Nov. ser. Ser. Nauki o Zemle* [Bulletin of Saratov university. New Series. Ser. Earth Sciences]. — 2018. — Vol. 18. — № 1. — P. 14-21. [in Russian]
16. Ponomarenko E.V. Podhody k rekonstrukcii dinamiki zaselenija territorii po pochvennym priznakam [Approaches to the Reconstruction of the Dynamics of the Settlement of the Territory According to Soil Characteristics] / E.V. Ponomarenko, D.S. Ponomarenko, D.A. Stashenkov et al. // *Povolzhskaja arheologija* [Volga Archeology]. — 2015. — № 1. — P. 1-43.
17. Rode A.A. Pochvoobrazovatel'nyj process i jevoljucija pochv [Soil Formation Process and Evolution of Soils] / A.A. Rode. — M.: State Publishing House of Geographical Literature, 1947. — 142 p. [in Russian]
18. Rode A.A. Sistema metodov issledovanija v pochvovedenii [System of Research Methods in Soil Science] / A.A. Rode. — Novosibirsk: Nauka, 1971. — 92 p. [in Russian]
19. Hotinskij N.A. Golocen Severnoj Evrazii [Holocene of Northern Eurasia] / N.A. Hotinskij. — M., 1977. — 200 p. [in Russian]
20. Chendev Ju.G. Jevoljucija lesostepnyh pochv Srednerusskoj vozvysshennosti v golocene [Evolution of Forest-Steppe Soils of the Central Russian Upland in the Holocene] / Ju.G. Chendev. — M.: GEOS, 2008. — 212 p. [in Russian]
21. Chendev Ju.G. Opyt rekonstrukcii bioklimaticheskikh obstanovok proshlogo po paleopochvennym indikatoram (lesostep' centra Vostochnoj Evropy) [Experience in the Reconstruction of Past Bioclimatic Conditions Based on Paleosol Indicators (Forest-Steppe in the Center of Eastern Europe)] / Ju.G. Chendev // *Paleopochvy, prirodnaia sreda i metody ih diagnostiki* [Paleosols, Natural Environment and Methods of Their Diagnostics]. — Novosibirsk, 2012. — P. 181-194. [in Russian]
22. Chizhevskij A.A. Mezhdisciplinarnye issledovanija Kominternovskogo kurgana II jepohi pozdnej bronzy i stojanki kamennogo veka [Interdisciplinary Studies of the Comintern Kurgan II of the Late Bronze Age and the Stone Age site] / A.A. Chizhevskij, M.Sh. Galimova, L.V. Mel'nikov et al. // *Arheologija i estestvennye nauki Tatarstana* [Archeology and Natural Sciences of Tatarstan]. — Kazan: Sh. Marjani Institute of History, 2011. — Book 4. — P. 336-367. [in Russian]
23. Chizhevskij A.A. Issledovanie oboronitel'nyh sooruzhenij Maklashevskogo II gorodishha v 2014 g [A Study of the Defensive Structures of the Maklashevskiy II Settlement in 2014] / A.A. Chizhevskij, A.A. Hisjametdinova, L.A. Vjazov et al. // *XV Baderovskie chteniya po arheologii Urala i Povolzh'ja. Materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoi konferencii* [XV Bader Readings on the Archeology of the Urals and Volga Region. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. — Perm: PSNRU, 2016. — P. 119-125. [in Russian]
24. Alekseev A.O. Magnetic Properties and Mineralogy of Iron Compounds in Steppe Soils / A.O. Alekseev, T.V. Alekseeva, B.A. Maher // *Eurasian Soil Sci.* — 2003. — Vol. 36. — P. 59-70.
25. Maher B.A. Climate Dependence of Soil Magnetism across the Russian Steppe: Significance for Use of Soil Magnetism as a Palaeoclimatic Proxy / B.A. Maher, A.O. Alekseev, T.V. Alekseeva // *Quaternary Science Reviews.* — 2002. — Vol. 21. — P. 1571-1576.
26. Nesbitt H.W. Early Proterozoic Climate of Sand Stone and Munstone Suites Using SiO₂ Content and K₂O/Na₂O ratio / H.W. Nesbitt, G.M. Young // *Nature.* — 1982. — Vol. 299. — P. 715-717.
27. Retallack G. Soils and Global Change in the Carbon Cycle over Geological Time / G. Retallack // *Treatise On Geochemistry.* — 2004. — Vol. 5. — P. 581-605.