

Бондарева Юлия Алексеевна

**ПОСТАНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВ
ДРЕВНИХ ПОСЕЛЕНЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ
(НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Москва – 2018

Работа выполнена в Отделе географии и эволюции почв Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института географии РАН

Научный руководитель	Гольева Александра Амуриевна доктор географических наук, ведущий научный сотрудник отдела географии и эволюции почв
Официальные оппоненты	Хохлова Ольга Сергеевна доктор географических наук, ведущий научный сотрудник группы генезиса и эволюции почв ФГБУН ИФХиБПП РАН Прокофьева Татьяна Вадимовна кандидат биологических наук доцент кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова
Ведущая организация	Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета

Защита состоится «06» апреля 2018 г. в ___ час. ___ мин. на заседании диссертационного совета Д 002.046.03 при ФГБУН Института географии РАН по адресу: 109017, г. Москва, Старомонетный переулок, д.29.

телефон: +7 495 959-00-32, e-mail: d00204603@igras.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке и на интернет-сайте Института географии РАН: <http://www.igras.ru/1528>

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просьба присылать по указанному адресу Ученому секретарю Диссертационного совета

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат географических наук

Е.А. Белоновская

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Изучение древних антропогенных процессов и их влияния на направленность почвообразования имеет непосредственное значение для возможности прогнозирования эволюции почв и выявления закономерностей их трансформации.

Наиболее ярко древние антропогенные процессы представлены на селитебных территориях. Поселения прошлого являются объектом многих современных исследований, как в археологии, так и в других областях знаний, например, в почвоведении. Сформировалось даже самостоятельное направление – археологическое почвоведение (Губин С.В. (1977, 1980, 2012), Иванов И.В. (1978, 1992), Дергачева М.И. (1997), Демкин В.А. (1977, 1997, 2005), и др.). Одним из объектов изучения этой дисциплины являются культурные слои (далее – КС), большой вклад в изучение которых внесли почвоведы: Eidt R.C. (1977, 1984), Александровский А.Л. (1989, 2003, 2012), Holliday V.T. (1992), Сычева С.А. (1993, 1994, 2006), Barda H.J. (1994); Hiller D.A. (2000), Махонина Г.И. (2001), Грачева Р.Г. (2002, 2006, 2010), Lima H.N (2002), Русаков А.В. (2003, 2013), Гольева А.А. (2004, 2015), Gartner W.G. et all (2007), Бронникова М.А. (2007), Зазовская Э.П. (2008, 2015), Долгих А.В. (2010), Certini G. (2011), Fraser J. (2011), и другие ученые: Arrhenius O. (1931), Lorch W. (1940), Woods W.I. (1977), Zhang G.L. (2015), и т.д.

На сегодняшний день остается открытым вопрос о временных и географических границах, а также общих масштабах преобразования земель на территории Центральной России. Исторические, почвенные и археологические источники, порой, дают противоречивые данные.

Слабо исследованы интенсивность, качество и характер восстановления биогеоценозов после интенсивного и экстенсивного освоения ландшафтов в условиях древних поселений, которых на территории Московской области, как экономически значимого региона выявлено значительное количество.

Это определяет актуальность почвенных работ на археологических объектах, располагавшихся на данной территории. Реконструкции позволяют выявлять различные типы хозяйственной деятельности людей и сформировавшихся в результате функциональных зон.

Специфический облик антропогенно-измененных ландшафтов определяется исходными природными условиями, представлявшими интерес для хозяйствования, а также способностью экосистем восстанавливать свои свойства после завершения их эксплуатации. Таким образом, исследования древних поселений, систем хозяйствования дают не только ценную культурологическую информацию, но и позволяют проследить эволюцию антропогенно – измененных ландшафтов.

Также остается открытым вопрос классификации почв, сформированных на экспонированных культурных слоях древних поселений.

Оценить степень антропогенного воздействия на ландшафт по прошествии веков и даже тысячелетий можно только при изучении таких компонентов биогеоценозов, как почвы.

Встает закономерный вопрос о том, какие свойства почв подверглись наибольшим изменениям в процессе функционирования поселений и являются ли эти свойства стабильными после завершения поселенческой активности. Исследования могут помочь ответить на вопрос, что будет с территориями деревень, которые опустели сейчас, через сотни лет (по данным Всероссийской переписи населения за 2010 год, пустыми числятся 19416 деревень), то есть дать прогнозную оценку устойчивости ландшафта.

Цель диссертационного исследования – выявить закономерности постантропогенной трансформации почв древних поселенческих ландшафтов лесной зоны Центральной России.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

- 1) Определить границы и площадь освоенных территорий в (V(VI) век до н.э. – V (VII) век н.э.) в лесной зоне Центральной России.
- 2) Составить картосхему ареалов освоения этой территории.
- 3) Выявить и идентифицировать почвы, развитые на экспонированных разновозрастных археологических объектах.
- 4) Дать сравнительную морфоаналитическую характеристику свойств постселитебных почв (длительность почвообразования 3500-600 лет).
- 5) Выявить динамику процессов почвообразования на разновозрастных постселитебных почвах.
- 6) Определить положение постселитебных почв в общей системе классификации России.

Научная новизна. Показано, что масштабы освоения территории Московского региона в Раннем железном веке (V(VI) век до н.э. – V (VII) век н.э.) существенно выше, чем предполагалось ранее.

Впервые изучена последовательность почвообразования в постселитебном хроноряду, охватывающем интервал от 600 до 3500 лет

Выявлены устойчивые/неустойчивые свойства системы КС – почва в зависимости от интенсивности освоения и длительности постантропогенного развития.

Обосновывается необходимость выделения новой классификационной единицы для постселитебных почв, сформированных на экспонированных культурных слоях, и предложены варианты названий: постурбанозем, урбодерновая почва.

Теоретическая значимость. Полученные результаты существенно расширяют имеющиеся представления о способности почв региона к восстановлению ряда свойств. Становится возможным составлять прогнозные сценарии развития объектов – почв на экспонированных культурных слоях. Предложен подход к их классификации как постселитебных почв.

Практическая значимость. Проведенные исследования позволяют использовать результаты работы для прогнозирования стадий восстановления естественных ландшафтов на территориях соответствующей климатической зоны, которые были покинуты в современное время. Описанный способ расчета площадей может быть использован в учебном процессе. Предложенные названия для постселитебных почв удобно использовать при исследованиях археологических памятников.

Методология и методы исследования. Геоэкологические исследования любой территории опираются на её ландшафтную структуру, ландшафтное районирование и картографирование (Исаченко, 1991). Основой работы является комплексный междисциплинарный подход, предполагающий как использование различных лабораторных методов и полевых исследований, так и картографических и исторических документов.

Области исследования в соответствии с паспортом специальности:

1.3. Исторические реконструкции и прогноз современных изменений природы и климата. Палеогеоэкология.

1.8. Природная среда и геоиндикаторы ее изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности человека: химическое и радиоактивное загрязнение почв, пород, поверхностных и подземных вод и сокращение их ресурсов, наведенные физические поля, изменение криолитозоны.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. В результате интенсивного и экстенсивного хозяйствования в эпоху Раннего железного века ((V(VI) век до н.э. – V (VII) век н.э., далее – РЖВ) на территории Московского региона не осталось первичных лесных ландшафтов вдоль рек. Территория прошла через регулярные вырубки, палы, распашку и иные виды хозяйственной деятельности. По своей интенсивности эти преобразования являлись более масштабными, чем представляется на сегодняшний день.

2. На легких по гранулометрическому составу субстратах Московского региона фиксируются изменения свойств в системе КС-почва, например, исчезновение резких границ начинается уже через 400-600 лет после завершения функционирования поселения.

3. Основные морфоаналитические признаки маломощных КС стираются за 3500 лет после снятия антропогенного прессинга. На мощных КС они могут сохраняться только в нижней его части. Однако, за такой период восстановление почв по зональному типу не происходит.

4. Почвы экспонированных объектов древних поселений – постселитебные – предлагается ввести в российскую классификацию как постурбаноземы в ствол синлитогенных почв.

Личный вклад автора. Автору принадлежит подбор и обобщение литературного материала. Автором проведены работы с картографическим материалом, расчеты с помощью программного обеспечения. В 2012, 2013 годах выполнен сбор материала – образцов из профилей почв на археологических объектах, сделаны необходимые

теоретические обобщения

Апробация работы. Результаты диссертационной работы и обсуждались на заседаниях отдела эволюции почв, были сделаны доклады на конференциях: «Динамика современных экосистем в голоцене» (12-15 марта 2013 г., г. Казань), «Международная научная конференция XVII Докучаевские молодежные чтения «Новые вехи в развитии почвоведения: современные технологии как средства познания» (3 марта – 6 марта 2014, г. Санкт-Петербург), «Конференция по археологическому почвоведению, посвященная памяти В.А. Демкина (14-16 апреля 2014, г. Пушкино)», «Школа-конференция молодых ученых «Изменение климата и окружающей среды в Северной Евразии и адаптация общества» (14-20 сентября 2014, г. Кисловодск), «Международная научная конференция XVIII Докучаевские молодежные чтения «Деградация почв и продовольственная безопасность России» (2 марта – 5 марта 2015, г. Санкт-Петербург)

Публикации. По результатам исследования опубликовано 9 печатных работ, из них 2 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации результатов диссертационных работ. Вышла в свет статья в англоязычном издании Quaternary International. Сделаны публикации в сборниках материалов конференций.

Структура и объем диссертации. Представленная работа изложена на 112 страницах машинописного текста, содержит 3 таблицы, 35 рисунков; состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, изложения полученных результатов и их обсуждения, заключения, выводов, списка литературы (включающего 151 источник, в том числе 43 на иностранном языке).

Благодарности. Автор глубоко признателен научному руководителю Гольевой Александре Амуриевне за поддержку и консультации при проведении научных исследований. Автор благодарит всех сотрудников отдела географии и эволюции почв за практическую помощь и ценные советы на всех этапах выполнения работы. Автор выражает благодарность археологам, исследовавшим рассматриваемые мной объекты: А.С. Сыроватко, В.Ю. Ковалю, С.З. Чернову, А.А. Алексееву. Отдельная благодарность моим молодым коллегам и соавторам Инне Алексеенко (Футиной) и Наталье Свириде, которыми были проведена часть лабораторных анализов, результаты которых использованы в данной работе.

Содержание работы.

Глава 1. Физико-географическая характеристика района исследований

В главе описываются климатические условия, современная растительность, почвенный покров, геологическое строение и геоморфологическая характеристика ландшафта района исследования – Московской области.

Особенностью района исследования является длительная история хозяйственного освоения, что привело к полной трансформации коренной растительности на его территории.

Почвенный покров исследуемого района неоднороден. Почвообразующие породы

исследуемых почв – супеси и пески.

Глава 2. Антропогенное воздействие на окружающую среду в древности на территории Центральной России.

На основе результатов работ, проведенных совместно археологами и учеными естественно-научных направлений, рассмотрены аспекты влияния хозяйственной деятельности человека в древности на растительность и почвенный покров ландшафтов Центральной России.

Приведены данные о хронологии заселения представителями древних культур Московского региона. Рассмотрены работы, изучающие закономерности расселения в зависимости от ландшафта местности (Авдусин, 1977, Кренке, Низовцев, 2011). По предположениям Н.Б. Афанасьевой (1996), антропогенное воздействие на леса этого данного региона начало проследиваться с неолита (4-6 тыс. лет назад), преимущественно на берегах крупных водоемов, где образовывались постоянные поселения. В I тысячелетии до н.э. предполагается усиление антропогенного пресса, выраженное в интенсивном лесном выпасе, заготовлении веточных кормов в связи с подъемом животноводства.

Рассмотрен подход В.А. Низовцева (2011) по выявлению зон различных типов хозяйствования на основе ландшафтного районирования для поселений РЖВ. На территориях обживания племенами дьяковской культуры им выделяются зоны с различной интенсивностью преобразования ландшафта, начиная от ядра (центр – само поселение, где преобразование почв максимально). Затем им выделяются поселенческо-хозяйственный комплекс, ближняя хозяйственная зона (пастбища, сенокосы) и дальняя: вторичные леса под выпас, резервные в подсечно-огневом земледелии и т.д.

Рассматривается проблема классификации почв с экспонированным культурным слоем. Отмечается проблематика отсутствия этих объектов в классификациях WRB-14 и российской. Например, в работах Т.В. Прокофьевой с соавт. (2003, 2014) данные объекты не упоминаются. В работах Л.Н. Плехановой и В.А. Демкина (Плеханова, 2004, 2006; Плеханова, Демкин, 2005) почвы с включенным в профиль почв культурным слоем предлагают называть палеоурбаноземами. Более полное определение термина было дано Э.П. Зазовской (2013), но во всех случаях подразумевалось, что речь идет о погребенных культурных слоях, но не экспонированных.

Глава 3. Объекты и методы исследования.

3.1. Объекты – почвы археологических памятников.

Выбор региона – Московская область – продиктован тем, что именно здесь наиболее глубока и длительна антропогенная нагрузка на биогеоценозы, во все времена были высокими плотность населения и экономическая значимость территории.

Рассмотрены объекты (рисунок 1, таблица 1), длительность постселитебного почвообразования на которых составляет 3500 лет, 1500 лет и 600 лет. Важно, что они имеют достоверные исторические, археологические или радиоуглеродные датировки. Началом почвообразования считается датированное археологическими методами

завершение функционирования поселения на объекте.

Исследовано 15 разрезов почв на 6 археологических памятниках.

Все объекты экспонированные, на их территориях не возводились впоследствии жилища и другие объекты. Некоторые из них распахивались в XX веке. В настоящее время территории всех объектов представляют собой лесные биоценозы, расположенные на 2-3 надпойменных террасах речных долин.

Изучались почвы легкого гранулометрического состава, сформированные на культурном слое (далее – КС), в том числе на месте хозяйственных ям. На отдалении от границ археологического памятника исследовалась фоновая почва, которая имеет схожий с материнской породой постурбанозема гранулометрический состав, находится в сходной геоморфологической позиции и не содержит артефактов и горизонтов (слоев), преобразованных человеком.

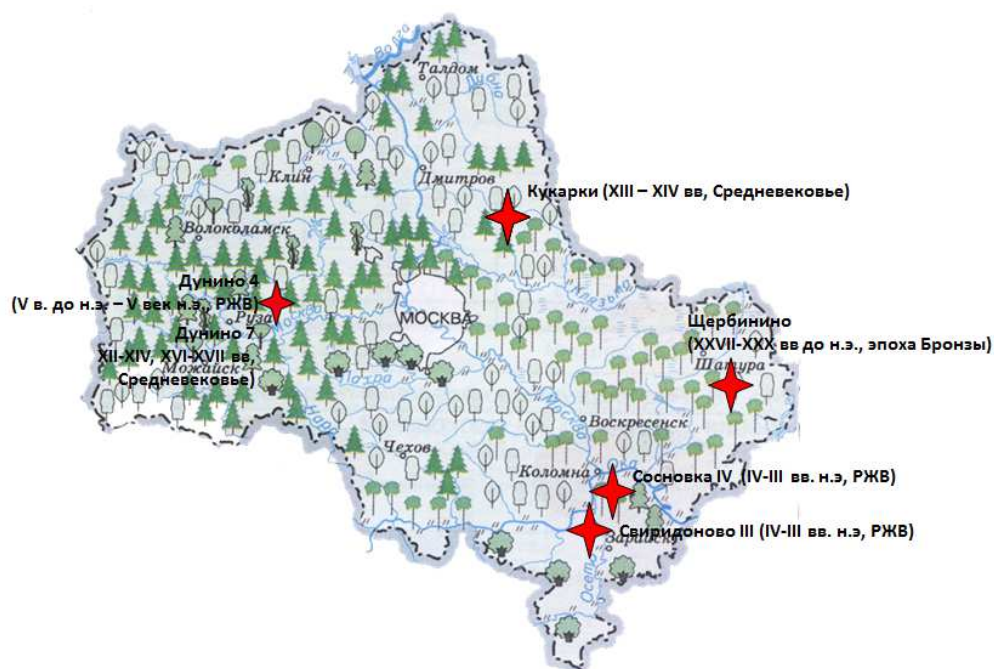


Рисунок 1. Объекты исследования на современной карте Московской области.
Масштаб 1:2750000

Таблица 1

Объект исследования	Геоморфологическое положение	Растительность
Щербинино	Мещерская низменность	Зона смешанных лесов
Свиридоново	Заокское эрозионное плато	Зона широколиственных лесов
Сосновка		
Дунино 4	Смоленско-Московская моренная возвышенность	Южная тайга
Дунино 7		
Кукарки	Мещерская низменность	Зона смешанных лесов

Для анализа динамики свойств постурбаноземов был выбран ряд археологических памятников согласно длительности постселитебного почвообразования.

I. Эпоха Бронзы. К эпохе бронзы (3,5 тыс. лет назад) относится археологический памятник Щербинино (археолог – А.Е. Кравцов), расположенный на р. Клязьме на территории Орехово-Зуевского р-на Московской обл. вблизи южной окраины г. Орехово-

Зуево и южной окраины д. Щербинино. Изучен постурбанозем, сформированный на КС бронзового века; длительность постселитебного почвообразования >3500 лет до настоящего времени. Фоновая исследованная почва – ржавозем.

II. Ранний железный век (РЖВ). Рассмотрены культурные слои и почвы поселений дьяковской культуры в Озерском районе: Свиридоново, Сосновка, а также в Звенигородском районе – Дунино-4. Поселения относятся к периоду с VIII (VII) вв. до н.э. по IV(VIII) вв. н.э.

1. Селище Свиридоново III. Время функционирования до IV – VII вв.н.э (Археолог – А.С. Сыроватко). Изучен постурбанозем, сформированный на КС V века н.э., длительность постселитебного почвообразования >1500 лет до настоящего времени.

2. Селище Сосновка IV. Время функционирования до IV – VII вв.н.э. (Археолог – В.Ю. Коваль) Изучены 2 разреза: 1) Постурбанозем, сформированный на КС РЖВ – V век н.э.; 2) Постурбанозем, сформированный на хозяйственной яме РЖВ – V век н.э. Длительность постселитебного почвообразования на объектах >1500 лет.

Для сравнения изучены 2 разреза фоновой серогумусовой почвы.

В Звенигородском районе расположены объекты археологического памятника Дунино (Археолог – А.В. Алексеев), хозяйственная деятельность которых прекратилась в разное время.

3. Дунино 4: VII–VI вв. до н.э. – середина I тыс. н.э. Исследовано: 1) Постурбанозем, сформированный на КС РЖВ – V век н.э.; 2) Постурбанозем, сформированный на хозяйственной яме РЖВ – V век н.э.. Длительность постселитебного почвообразования >1500 лет. Фоновая почва – ржавозем;

III. Средневековье

К данному периоду относятся два объекта: Кукарки (Щелковский район, д. Протасово) и Дунино-7 (Звенигородский район).

1. Дунино 7. Время функционирования XII–XIV вв.

Изучено: 1) Постурбанозем, сформированный на КС XII–XIV вв.; 2) Постурбанозем, сформированный на КС хозяйственной ямы XII–XIV вв. Длительность постселитебного почвообразования 600–800 лет.

2. Селище Кукарки. Находится в области Мещерской низменности у подножья Клино-Дмитровской гряды. Время функционирования 1225–1300 г. н.э. (Археолог С.З. Чернов). Изучено: 1) Постурбанозем на КС XIII–XIV вв.; 2) Постурбанозем на хозяйственной яме XIII–XIV вв. Длительность постселитебного почвообразования – 600 лет. 3) Фоновая почва – серогумусовая (дерновая).

Составлен хроноряд длительности постселитебного почвообразования на КС:

Эпоха Бронзы	Эпоха РЖВ	Эпоха средневековья
3500 лет -----	1500 лет -----	600 лет.

3.2. Методы исследований

Изучение исторических и археологических материалов. Для оценки степени проработанности вопроса масштабов освоения земель на территории Московской

области и в приграничных территориях были изучены материалы историков, статьи и монографии по отчетам археологических экспедиций, проводившихся на объектах древних поселений. Результаты приведены в главе 2.

Картографические работы. Основой для составления карт освоенности территорий послужили карты расположения памятников дьяковской культуры, составленные археологами и историками (Сыроватко 2009, Кренке 2011). Рассчитана площадь территории, обозначенная авторами карт как зона «сплошных разведок».

Для оценки площади территорий, охваченных хозяйственной деятельностью (выпас, сбор лесной подстилки, вырубка и т.п.) было принято решение приметить геоморфологический подход. В первую очередь была рассчитана величина площади для каждой зоны хозяйственной деятельности Дьякова городища по картам В.А. Низовцева («Дьяково Городище и его хозяйственные зоны», «Реконструкция схемы природопользования в железном веке в ближайшей округе Дьякова городища» (Кренке, Низовцев, 2011). Полученные величины впоследствии использовались для определения соотношения площадей зон с различными типами хозяйствования. Затем на карте Московской области с отмеченными археологическими памятниками дьяковского типа нами были выделены ареалы освоения, соответствующие дальней хозяйственной зоне (изложено в главе 4).

Для проведения расчетов и разметки использовалась программа AutoCAD, для оформления карт и иллюстраций – Adobe Photoshop.

Полевые работы. При проведении археологических работ были изучены стенки раскопов, которые имели признаки культурных слоев, или же наличие культурных слоев было подтверждено находками артефактов в толще горизонта. Составлено морфологическое описание профилей почв (использовались: «Морфология почв» Розанов, 1983, «География почв с основами почвоведения» Белобров, Замотаев, Овечкин, 2004). Отбор проб для анализов проводился вертикальной колонкой в химически-нейтральные пластиковые контейнеры с шагом 5-10 см в зависимости мощности КС, затем пробы нумеровались и маркировались.

Лабораторные работы. Все физико-химические исследования были проведены в аналитической лаборатории ИГ РАН по стандартным методикам (Аринушкина, 1970; Воробьева, 1998, 2006). Определялись: органическое вещество (по Тюрину), гранулометрический состав, pH водный, валовый фосфор по Гинзбург. Аналитики: А.М. Чугунова, Е.А. Агафонова, И.В. Турова.

Глава 4. Распространение антропогенно-преобразованных ландшафтов в центральной России в РЖВ

4.1. Масштабы использования ландшафта поселением. К задачам данного исследования относятся определение границ и площади освоенных территорий в раннем железном веке (V(VI) век до н.э. – V (VII) век н.э.) в лесной зоне Центральной России и отображение на карте ареалов освоения этой территории. Таким образом, можно прийти к пониманию, насколько масштабны были изменения природы в раннем железном веке.

В данной работе для составления ареалов хозяйственного освоения территории использованы карты археологов и результаты реконструкции хозяйствования в округе городища дьяковской культуры, с учетом геоморфологического подхода В.А. Низовцева (2011). Метод описан в главе 3.2.2.

Для расчетов площади по данным археологических исследований был взят объект – городище РЖВ (V в. до н.э. – V в. н.э.) Ростиславль в Озерском районе (Археолог В.Ю. Коваль). Проведен расчет соотношения площади городища и площади, которая испытывала воздействие хозяйственной деятельности согласно карте, составленной В.Ю. Ковалем (2000) (рисунок 2).

Для различных зон на карте городища нами были рассчитаны площади в программе AutoCAD. Установлено, что площадь городища составляет 0,17 Га. Зоны за пределами городского вала с максимальным количеством керамики – 2-4 – занимают чуть более 1 Га. Суммарно зоны 2-5, отличающиеся друг от друга процентным соотношением артефактов, дают 3,2 Га.

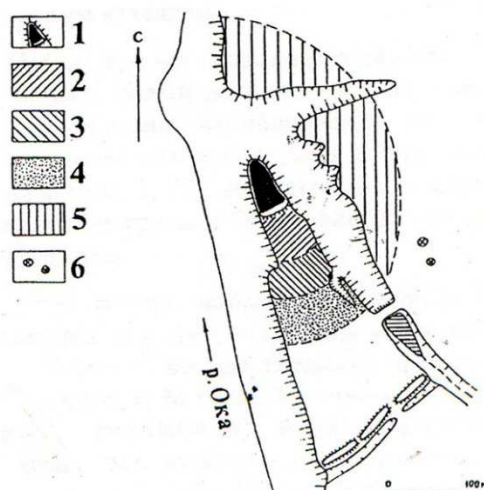


Рисунок 2. Схема расположения городища Ростиславль эпохи РЖВ.

1. Площадка городища, 2-5 – зоны распространения лепной керамики РЖВ (в % к общему количеству керамики в КС): 2. – до 25%, 3. – до 10%, 4. – до 4%. 5. – до 1%. 6. Места находок каменных топоров эпохи бронзы. (Коваль, 2000).

Таким образом, при площади городища в 0,17 га, поселения вокруг него и следы отдельных сараев и хозяйственных ям увеличивали площадь интенсивно преобразованной территории до 12,5 га (по данным Ковалю (2000), следы хозяйственной активности распространялись не менее чем на 200 м от городища). Эта величина соотносится с площадью городища, как 73:1. Данный расчет проведен без учета зон сенокосов, пастбищ и других участков, где изменения ландшафтов были не столь значительны.

Используя составленные Низовцевым карты зон хозяйствования для городища Дьяково, мы рассчитали их площади и сравнили с полученными ранее. Расчёты показали, что при площади городища в 1 Га, зона поселений (поселенческо-хозяйственный комплекс) – 77 Га, ближняя хозяйственная зона – 384 Га, а дальняя – 1238 Га (названия зон приведены в соответствии с материалами Низовцева).

Учитывая, что Ростиславль и Дьяково городище относятся к одной эпохе и

находятся в сходных геоморфологических позициях, полученные результаты могут быть соотносимы. Масштабы территорий с антропогенным следом оказались намного шире ввиду иных количественных значений площадей различных зон хозяйствования. Площадь использованной в хозяйственной деятельности территории при геоморфологическом подходе доходит до 950 Га вокруг городища Ростиславль. Поскольку количество городищ подобного типа значительно, можно говорить не о точечном, а о масштабном распространении антропогенно-преобразованных ландшафтов вдоль рек.

Таким образом, на основе расчетов установлены следующие соотношения в пересчете на площадь городища, условно принятую за единицу:

1) по археологическому подходу – при площади городища внутри вала равной 1, общая селитебная площадь – 8, площадь территории, имеющей следы хозяйственной деятельности – 73. Соотношение имеет вид: 1:8:73

2) по геоморфологическому подходу – если принимаем площадь городища за 1, тогда площадь поселенческо-хозяйственного комплекса – 63, площадь, занимаемая ближней хозяйственной зоной – 316, площадь дальней хозяйственной зоны – 1018. Теперь соотношение принимает следующий вид: 1:63:316:1018.

Если площадь городища составляет 1 гектар, то в хозяйственную деятельность вовлечено порядка 1000 гектар (рисунок 3).

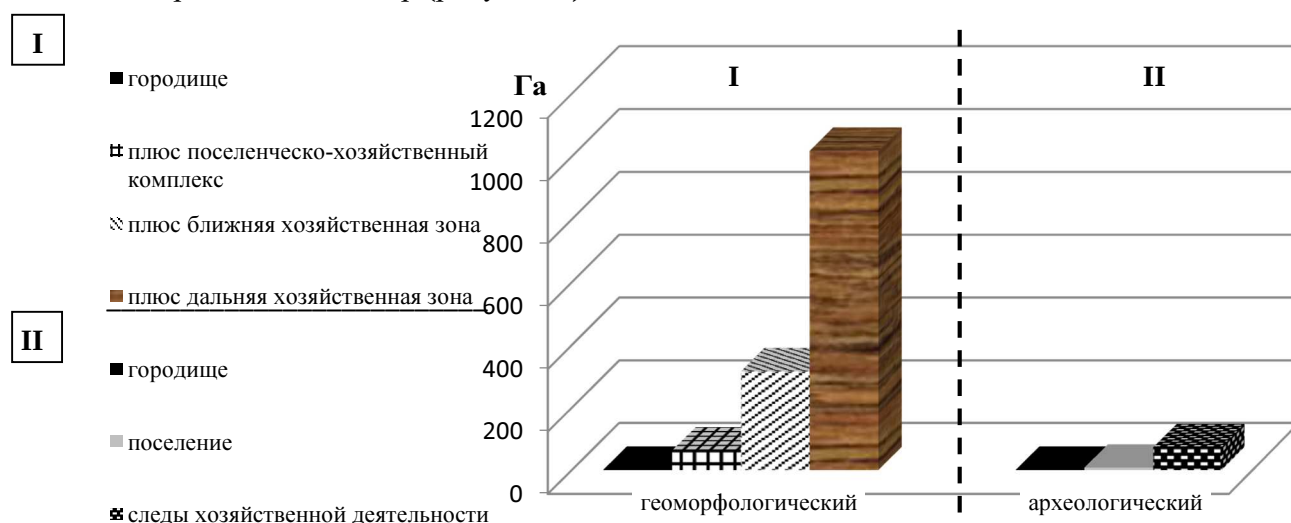


Рисунок 3. Соотношение значений площадей, охваченных антропогенной нагрузкой в РЖВ, при расчете с использованием геоморфологического (I) и археологического (II) подходов.

Таким образом, возле каждого городища зона с антропогенным следом в 1000 раз больше площади самого городища.

4.2 Пространственная экстраполяция антропогенного преобразования ландшафтов.

Поскольку поселения одного хроносреза и представителей одной культуры располагались в сходных геоморфологических позициях – вторые-третьи террасы, стало

возможным экстраполировать результаты расчетов на другие поселенческие объекты представителей дьяковской культуры Центральной России.

Рассчитав площадь земель с признаками антропогенного воздействия по карте археологов (рисунок 4 I), мы получили значение порядка 1663167 Га. Затем на эту же карту для каждого объекта РЖВ мы добавили область, соответствующую максимально отдаленной от поселения границе хозяйственного использования ландшафта. Таким образом, мы составили общую карту зон с антропогенной нагрузкой в древности, на основе данных археологов и геоморфологического подхода (рисунок 4 II). Площади этих зон составили 2652037 Га. Получили, что площади зон хозяйствования, рассчитанные на основе археологического метода, в 1,5 раза меньше площадей, полученных при использовании геоморфологического подхода. Это наглядно демонстрирует рисунок 4.

Также были проведены расчеты после экстраполяции на карты расселения дьяковской культуры для района Подольска – площадь зон освоения составила 26617 Га на 44 памятника, для Озерского района – 29712 Га на 54 памятника.

Таким образом, картина освоения ландшафтов представляется более масштабной, чем предполагалось ранее.



Рисунок 4. I – основа, карта Н.А. Кренке (2009). Территории, на которых установлено археологами наличие артефактов. II – актуализированные площади, охваченные антропогенной нагрузкой в РЖВ, рассчитанные с учетом данных археологов и геоморфологического подхода.

Глава 5. Классификация почв на экспонированном культурном слое.

Рассматривается проблема классификации почв на экспонированном культурном слое, которые предложено называть постурбаноземами. Приведены основные закономерности распределения свойств таких почв по профилю. Показано различие между постурбаноземами и палеоурбаноземами.

Поскольку для диагностического горизонта урбик (UR), как горизонта городских почв, нет жесткой привязки к почвам современных городов (Прокофьева и др. 2014), то его можно использовать и в качестве диагностического критерия для постселитебных почв. При этом общая характеристика горизонта сохраняется. Также можно использовать и квалификатор *ш*, если мощность культурного слоя менее 40 см.

Таким образом, тип постселитебных почв входит в общий ствол синлитогенных почв, отдел стратоземы. Примеры формулы профиля:

O – UR – C, Ay – Ayur – Cf – C.

Постселитебные почвы на экспонированных КС древних поселений мы предлагаем называть постурбаноземами, чтобы подчеркнуть факт длительного проживания людей в прошлом при отсутствии признаков обживания в настоящее время.

Экспонированность КС отличает эти почвы от палеоурбаноземов, к которым относят почвы с включенным в профиль погребенным КС (Плеханова 2004, 2006; Плеханова, Демкин, 2005, Зазовская (2007, 2013). В толще погребенного КС преобладают процессы диагенеза, и через сотни лет можно наблюдать картину, не характерную для почв с экспонированным КС.

Постселитебные почвы, таким образом, делятся на палеоурбаноземы (КС погребенный) и постурбаноземы (КС экспонированный). При их описании предлагается использовать индекс UR при наличии признаков мощного – более 40 см – КС, а в случае маломощного и слабовыраженного КС в профиле присваивать ему индекс, отражающий его свойства по Классификации почв (2004) с добавлением признака ur.

Глава 6. Сравнительный анализ свойств постурбаноземов и фоновых почв

6.1. Морфология постурбаноземов

6.1.1. Эпоха Бронзы (3,5 тыс. лет назад). Щербинино, возраст постурбанозема – более 3500 лет. Постурбанозем: AY-AYBFMur-BFM-DC. Фоновые почвы – ржавоземы AY-BFM-C.

6.1.2. РЖВ (VIII (VII) вв. до н.э. по IV(VIII) вв. н.э)

1. Селище Свиридоново III (до IV – VII вв. н.э)

Постурбанозем O-AYur-BEL-BF

2. Селище Сосновка IV (до IV – VII вв. н.э)

Постурбанозем. AYра-AUur-AUury-BF. Фоновая Ара - AY -AYel –AYf- BC

3. Дунино-4. (VII–VI вв. до н.э. – V в. н.э.)

Постурбанозем маломощный – КС. AYur-BHur – BH. Постурбанозем – на КС – яме. O-UR-C. Фоновая почва – ржавозем AY-BFM-C.

6.1.3. Средневековые

1. Селище Кукарки (XIII – XIV вв.)

Постурбанозем мощный, центр селища Wur-UR–BTf. Постурбанозем мощный на КС - хозяйственной яме AYра-UR–C. Фоновая – серогумусовая (дерновая) AYe-AY-BFC.

2. Дунино 7 (XII – XIV вв.)

Постурбанозем на КС: AYy – BHur – BF – C. Постурбанозем на КС – хозяйственной яме. O – UR – C.

6.2 Химические свойства постурбаноземов и фоновых почв

6.2.1. Эпоха Бронзы. Щербинино. Результаты анализа гранулометрического состава показали, что образцы соответствуют значениям для супесчаных почв (рисунок 5).

Результаты химических анализов представлены на графике (рисунок 6).

Значения показателей по двум профилям находятся в узком диапазоне уже на глубине около 10 см, под дерниной. Некоторая разница наблюдается лишь в распределении фосфора, но с учетом шага шкалы делений и эти расхождения принимаются незначительными. Таким образом, мы не наблюдаем существенных различий между уровнем pH, содержанием углерода и фосфора в профилях фоновой почвы и постурбанозема длительностью развития 3500 лет.

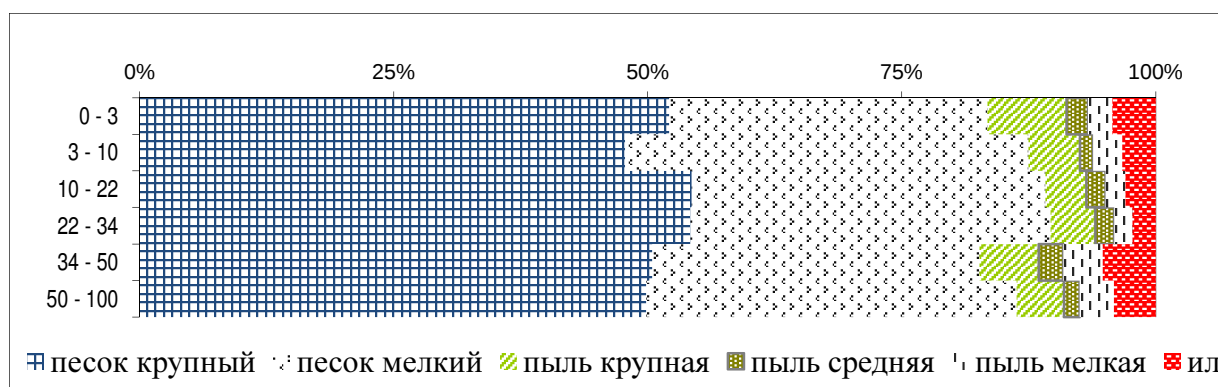


Рисунок 5. Щербинино. Гранулометрический состав фоновой почвы

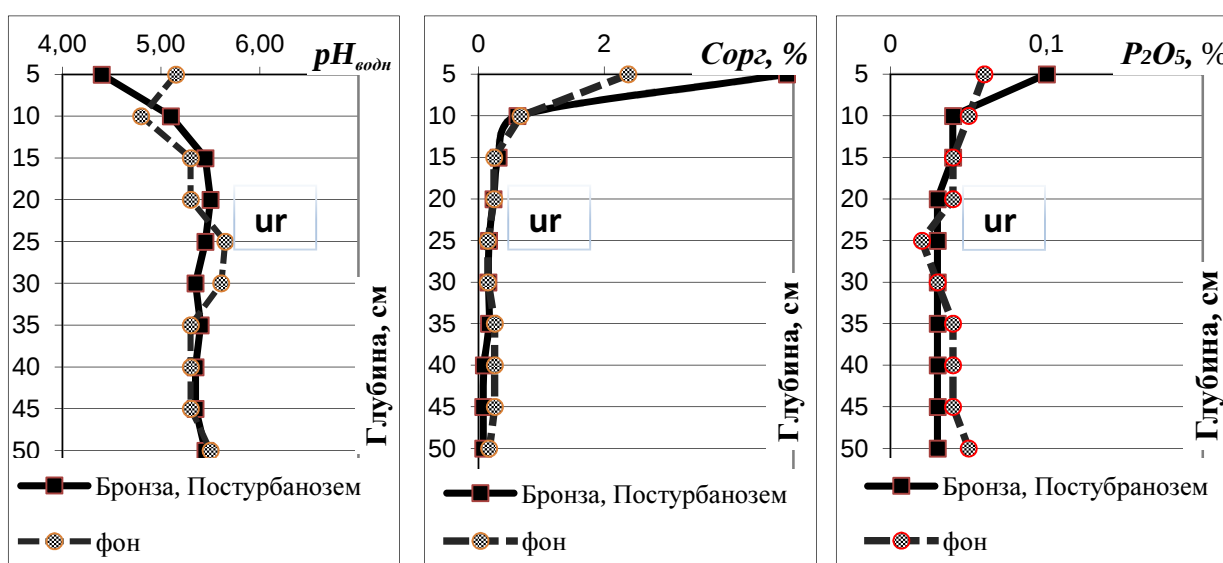


Рисунок 6. Щербинино, эпоха Бронзы. Распределение химических свойств постурбанозема и фоновой почвы по профилю.

6.2.2. РЖВ

Свиридоново III. Анализы гранулометрического состава показали однородное распределение по глубине фракций песка и крупной пыли (рисунок 7). Количество физической глины (ила) возрастает на глубине от 30 см. Почва определена как супесчаная, что характерно для почв поселений на территории Московской области, так как это было преимуществом для комфортного проживания и такие территории охотно заселялись.

Для постурбанозема установлена более кислая реакция почвенного раствора, чем в фоновой почве, но характеры распределения значений по профилю схожи (рисунок 8).

В постурбаноземе максимум содержания гумуса отмечается под подстилкой в верхней части культурного слоя, минимум – в нижней части профиля. Содержание органики в постурбаноземе на уровне горизонта урбик больше примерно в полтора раза по сравнению с фоновой почвой, что говорит о повышенной концентрации углерода спустя полторы тысячи лет.

Содержание фосфатов ярко очерчивает границы бывшего КС: их примерно в 10 раз больше, чем в фоновой супесчаной.

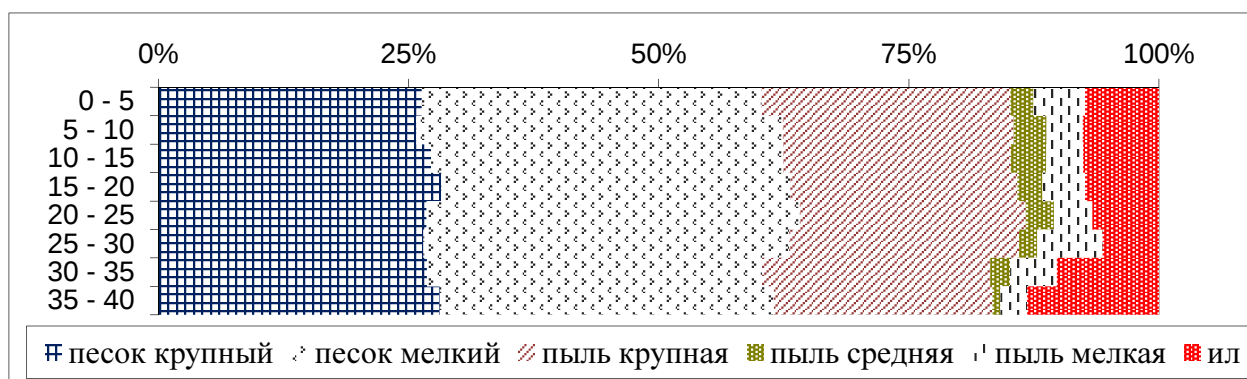


Рисунок 7. Свиридово. Гранулометрический состав

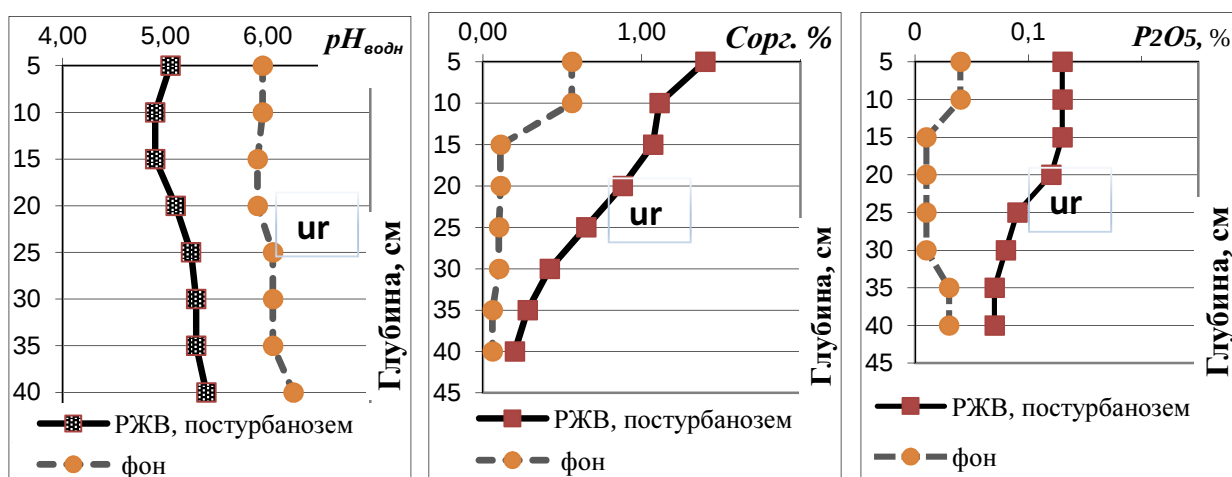


Рисунок 8 Свиридово, эпоха РЖВ. Распределение химических свойств постурбанозема в сравнении с фоновой почвой.

Селище Сосновка. По гранулометрическому составу выявлено абсолютное преобладание крупнопесчаной фракции (рисунок 9).

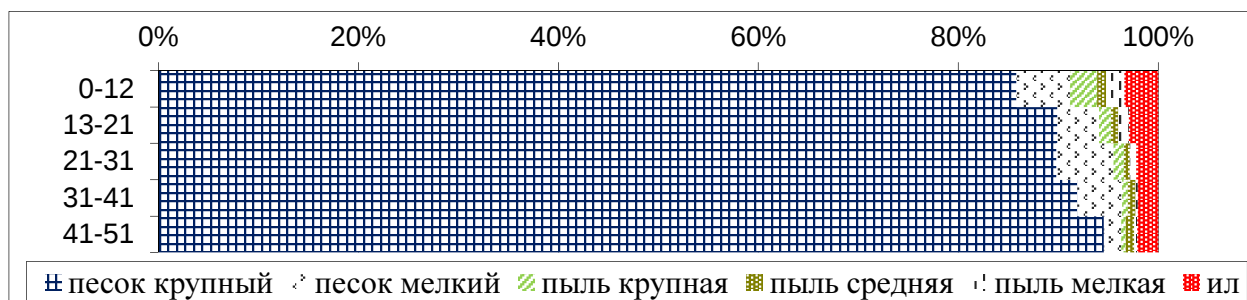


Рисунок 9. Сосновка IV. Гранулометрический состав

Анализ образцов постурбанозема с маломощным КС показывает кислотность, близкую по значению к фону (рисунок 10). Содержание углерода немного выше только в

верхних горизонтах с достаточно резким уменьшением с глубиной. Содержание фосфора по профилю выше, чем в фоновом разрезе.

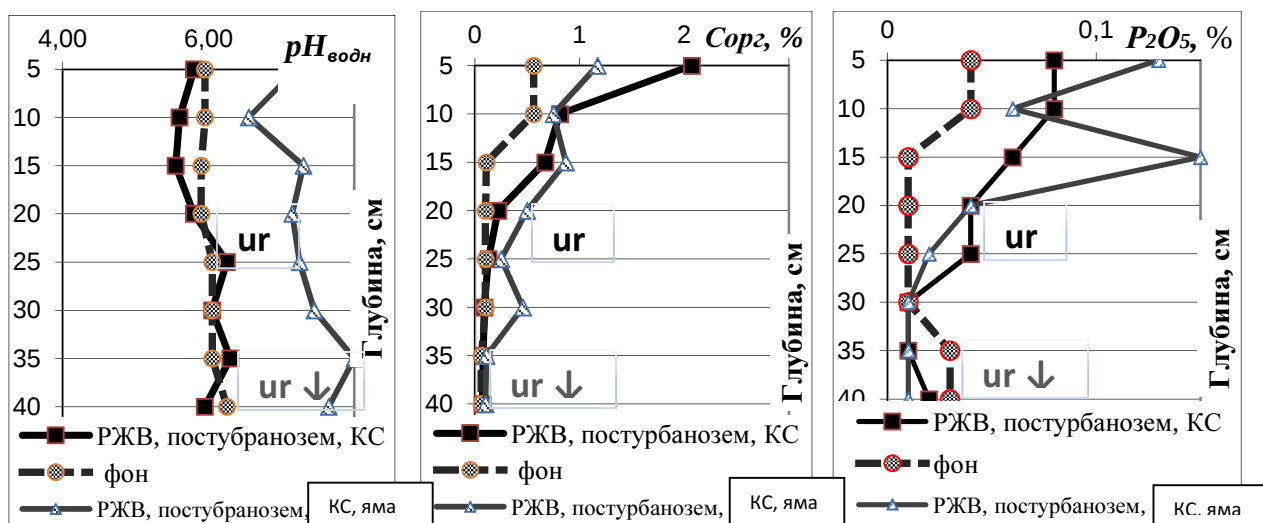


Рисунок 10. Сосновка IV. Распределение основных характеристик постурбаноземов, в том числе на месте бывших ям, в сравнении с фоновой почвой.

Постурбанозем на КС-хозяйственной яме отличается по кислотности в сторону ощелачивания. Содержание органики в постурбаноземе на КС-яме умеренное. Характер распределения фосфора по профилю пилообразный, наблюдается чередование максимумов и минимумов концентрации. Это свидетельствует о неоднородном заполнении ямы в древности, интенсивном и не постоянном поступлении материала.

Селище Дунино-4. Результаты анализа гранулометрического состава показывают характерное для супеси распределение фракций (рисунок 11).

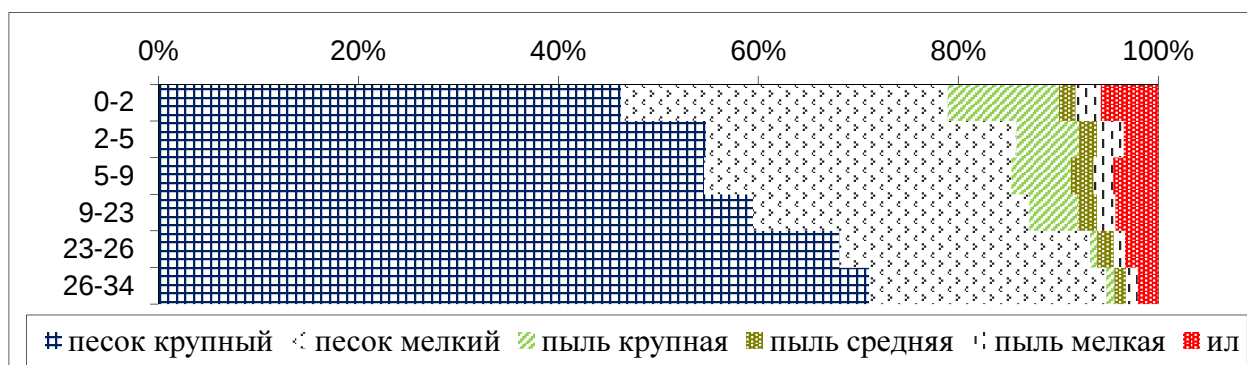


Рисунок 11. Дунино-4. Гранулометрический состав

Сравнительный анализ химических свойств профилей двух постурбаноземов РЖВ (рисунок 12) показал следующее. Постурбанозем на КС имеет величины рН ниже, чем на КС – хозяйственной яме. Общий тренд распределения кислотности аналогичен фоновой почве, наиболее кислыми являются горизонты под подстилкой, но далее кислотность постепенно уменьшается. Верхние горизонты обогащены органикой, с глубиной ее содержание резко падает. В яме же сохраняются повышенные значения вплоть до глубины 60 см, что абсолютно не типично для песчаных почв таежной зоны. В

постурбаноземе на КС фосфора относительно много лишь в верхних органических горизонтах, в отличие от минеральных горизонтов почв.

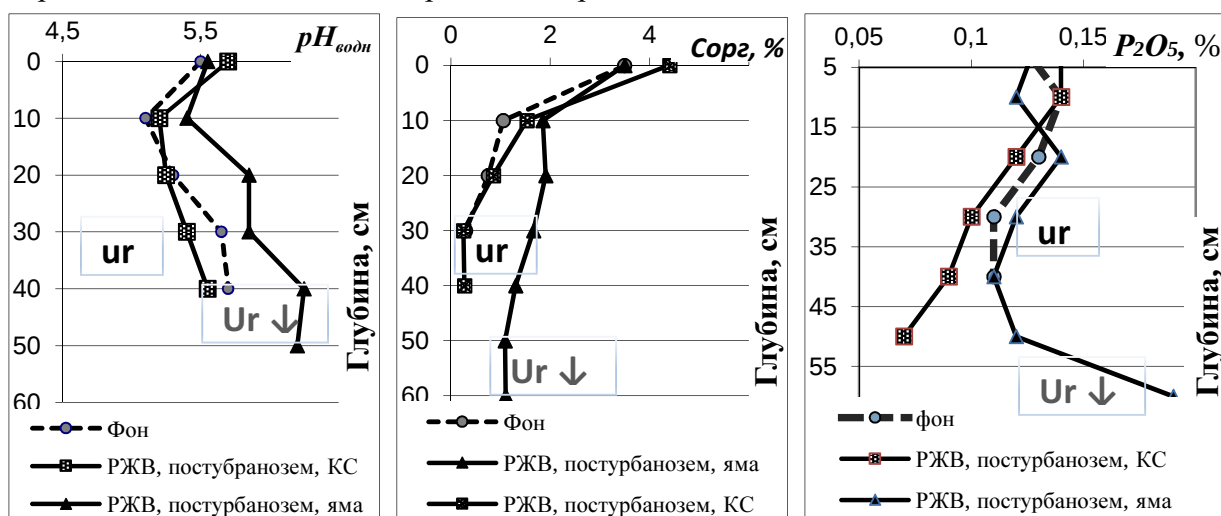


Рисунок 11. Дунино 4, РЖВ. Распределение основных характеристик постурбанозема Дунино-4 в сравнении с фоновой почвой.

В постурбаноземе на КС – яме содержание валового фосфора практически во всех пробах соответствует природным нормам (невелико), но характер распределения элемента не типичен для естественных почвенных разрезов. Наблюдается даже некоторое его увеличение на глубине 20-22 см. В самом нижнем из рассмотренных горизонтов содержание фосфора максимальное среди всех в данном профиле, что, безусловно, связано с антропогенным происхождением этой толщи.

5.3.3. Средневековье

Селище Кукарки. Согласно результатам гранулометрического анализа (рисунок 13), почва имеет легкий состав и сформирована на однородной почвообразующей породе – супесь-легкий суглинок.

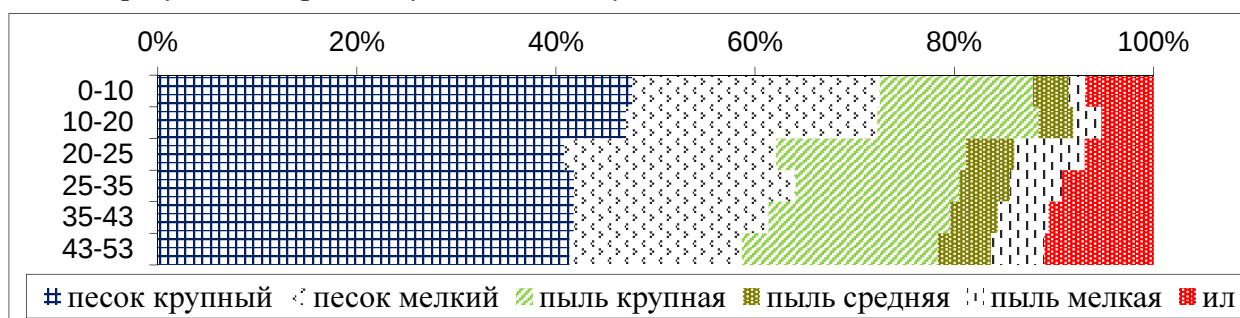


Рисунок. 13. Кукарки. Гранулометрический состав

Результаты химических анализов (рисунок 14) демонстрируют однородность кислотно-щелочной среды профилей постурбаноземов при существенно более низкой кислотности у фоновой почвы.

Распределение органического углерода имеет аккумулятивный характер: наибольшее количество в верхнем горизонте с резким падением значений сразу под ним. Постурбанозем на КС содержит углерода больше, чем фоновая почва, как и фосфора, значения концентраций которого наиболее сильно отличаются от фоновых показателей.

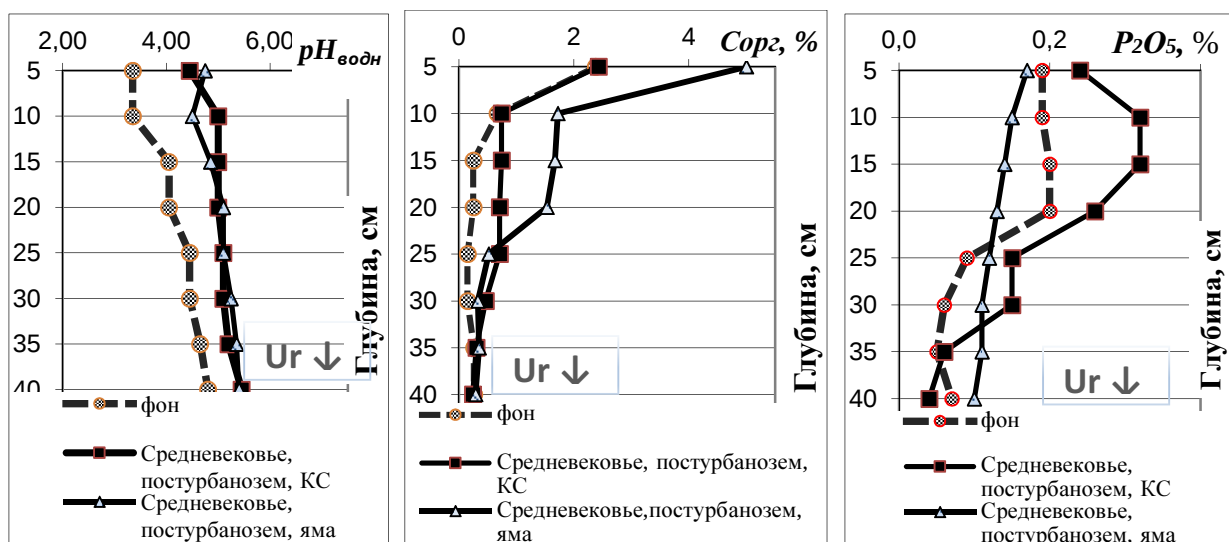


Рисунок 14. Кукарки, Средневековье. Распределение основных характеристик постурбанозема в сравнении с фоновой почвой.

Постурбанозем на КС-хозяйственной яме отличается особо высоким содержанием углерода, при этом содержание фосфора значительно ниже, чем в профиле с КС центра селища, но заметно выше, начиная с глубины 23 см и ниже. Это связано со специфическим характером наполнения хозяйственных ям. Содержание фосфора осталось однородным спустя сотни лет.

Селище Дунино-7. Гранулометрический состав представлен на рисунке 11, аналогичен объекту Дунино 4. Результаты химических анализов (рисунок 15) показали, что постурбанозем на КС-хозяйственной яме имеет слабокисло-нейтральную среду по всей глубине. Подкисление подстилочного горизонта не выявлено. Содержание органики равномерно высокое, что однозначно связано с искусственным генезисом объекта. Содержание валового фосфора увеличивается с глубиной. Это также указывает на сильное влияние хозяйственной деятельности человека при формировании данного КС.

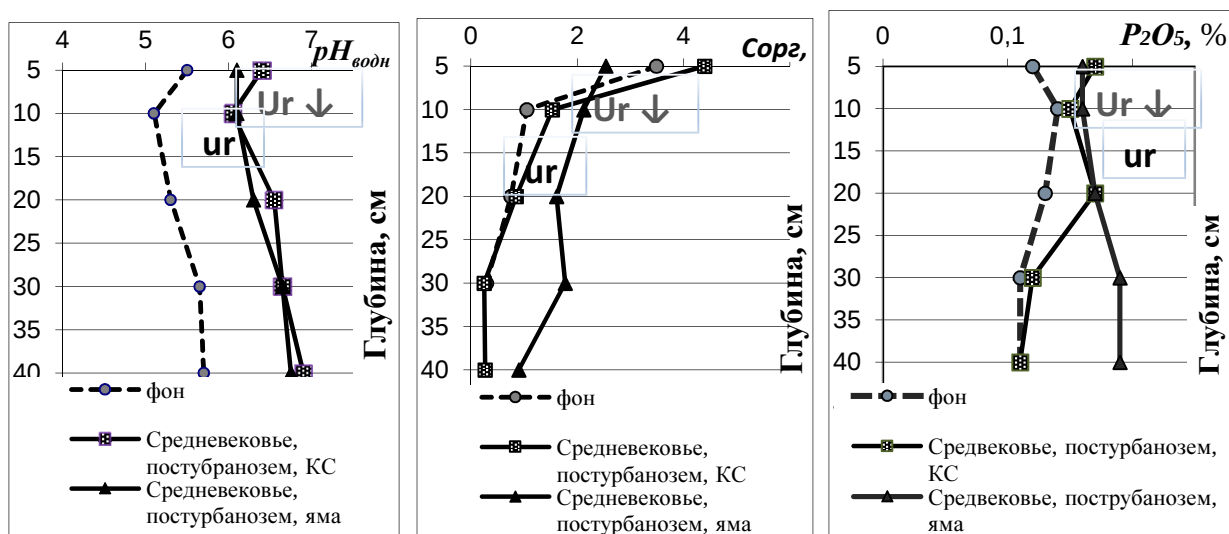


Рисунок 15. Дунино-7, Средневековье. Распределение основных характеристик постурбанозема в сравнении с фоновой почвой.

Для распределения pH постурбанозема на КС фиксируется подкисление почвы сразу под подстилкой с дальнейшим усилением нейтральных свойств с глубиной. Органического углерода много в подстилке с резким убыванием вниз по профилю, что так же типично для большинства исследованных фоновых почв. Но характер распределения валового фосфора не типичен для почвенных горизонтов: до глубины 22 см практически не наблюдается уменьшения значений, что должно было быть в минеральных горизонтах.

В целом, КС значительно преобразован процессами почвообразования. Сформировалась новая почва без характерных морфологических признаков КС – резких границ и переслоев различного цвета, но и без заметных признаков оподзоливания.

Глава 7. Динамика свойств разновозрастных постурбаноземов

Все полученные данные были проанализированы в диапазонах их значений, и составлены обобщенные таблицы и графики, отражающие свойства разновозрастных постурбаноземов (таблица 2, рисунки 16 – 18).

Для графического изображения диапазонов распределения химических показателей мы взяли для каждой глубины профиля совокупность значений результатов анализов, выделили максимальные, минимальные значения и среднее арифметическое. Так стало возможным отобразить на графике область значений по каждому горизонту для ряда разновозрастных постурбаноземов и фоновых почв. Зоны перекрытия областей показывают наиболее характерные значения $pH_{водн}$ и концентраций углерода и фосфора.

Из графиков рисунков 16А, 17А видно, что значения pH постурбаноземов возрастом 3500 лет и 1500 лет находятся в области значений фоновой почвы. Для образцов возрастом 400-600 лет значения частично выходят за границу фона, но основная их часть лежит в области фоновых значений.

Диапазоны концентраций углерода для постурбаноземов возрастом 600 и 1500 лет выходят за границу фоновых значений на глубине 25-30 см (рисунок 16Б), что в большинстве случаев соответствует глубине расположения бывшего КС. Область значений углерода в этих постселитебных почвах повторяет форму области фоновых, но зона перекрытия выражена слабее, чем в случае с pH. Рисунок 17Б показывает, что органическое вещество постселитебной почвы возрастом 3500 лет находится в диапазоне фоновой, начиная с глубины 5-7 см.

Диапазоны значений концентраций фосфора для постурбаноземов возрастом 3500 лет и 1500 лет (рисунки 17В, 16В) находятся в области значений фоновой почвы. В случае постселитебных почв возрастом 400-600 лет (рисунок 16В) наблюдается отсутствие перекрытия областей с фоновой почвой до глубины 35 см, то есть отклонение от значений фоновых почв максимально.

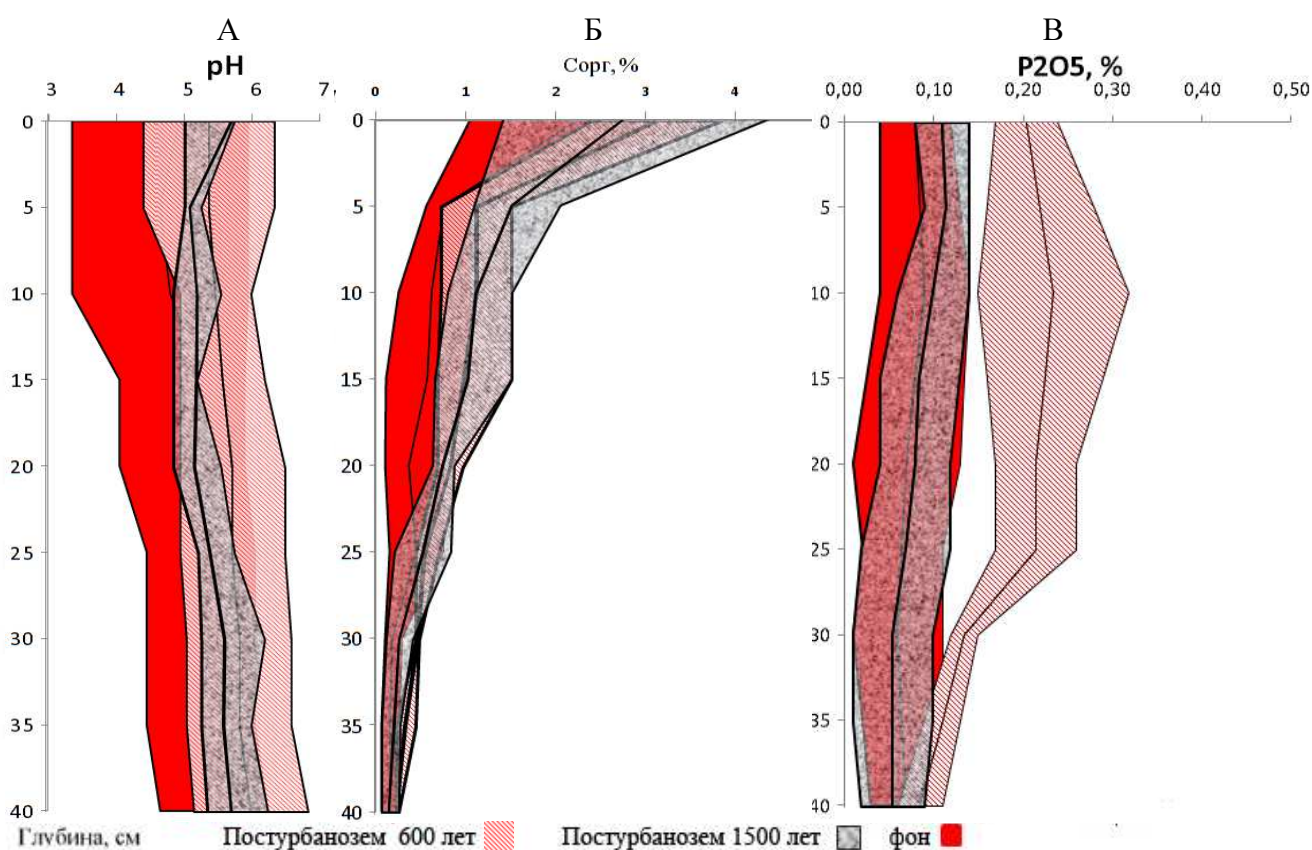


Рисунок 16. Диапазоны распределения химических свойств разновозрастных постурбаноземов и фоновых почв: А - pH_{водн}, Б - углерода, В - валового фосфора.

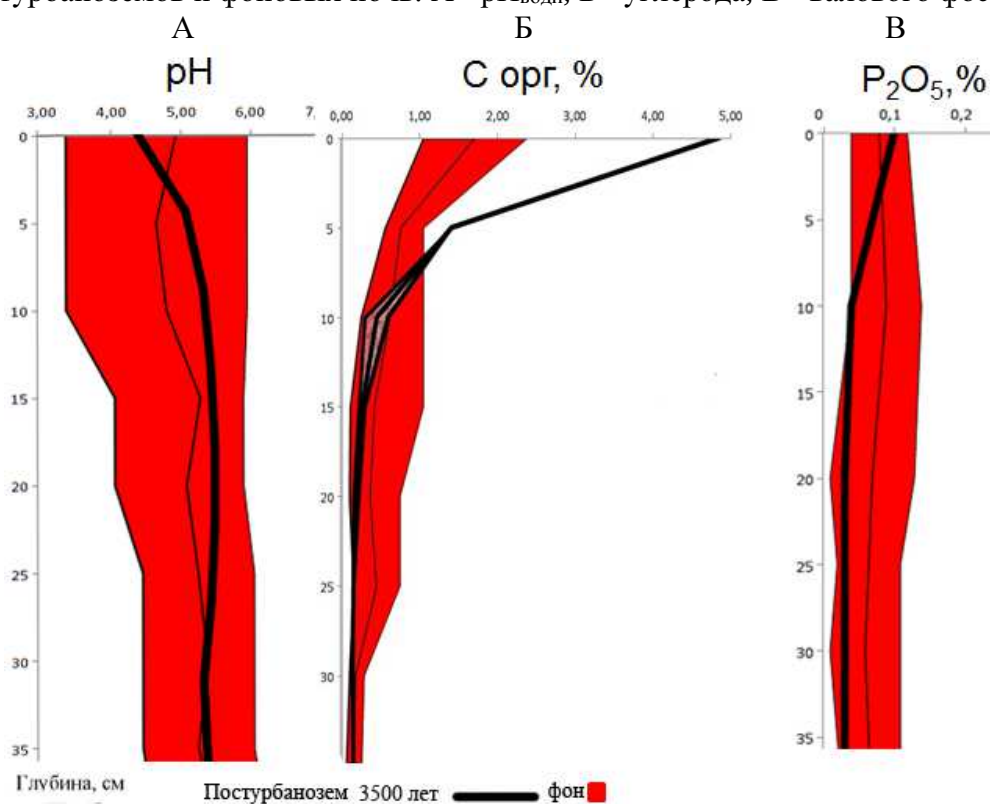
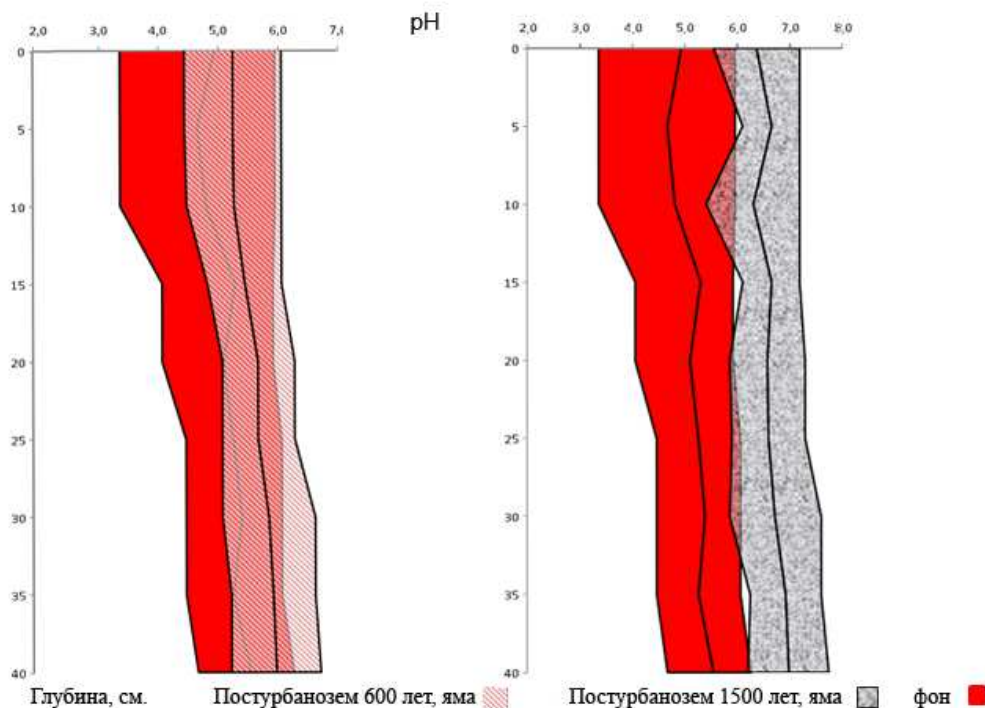


Рисунок 17. Распределение химических свойств постурбанозема возрастом 3500 лет) по отношению к фоновым почвам: А – pH_{водн}, Б – углерода, В – валового фосфора.

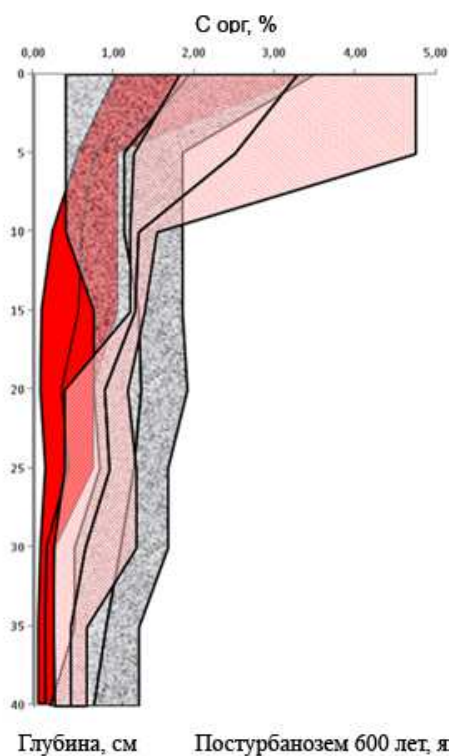
Наиболее выраженные отличия диапазонов свойств постурбаноземов наблюдаем для горизонта урбик КС-хозяйственных ям, параметры которых зависят от характера их

наполнения и могут отличаться внутри выборки (рисунок 18). Это такие объекты, где деятельность человека была чрезвычайно интенсивна. Постурбаноземы на месте КС-ям сохраняют отдельные специфические особенности КС, а именно, высокое содержание гумуса и валового фосфора по всей толще заполнения ямы, при условии, что процесс кислотного гидролиза выявляется начиная с КС-ям эпохи возрастом 1500 лет.

А



Б



В

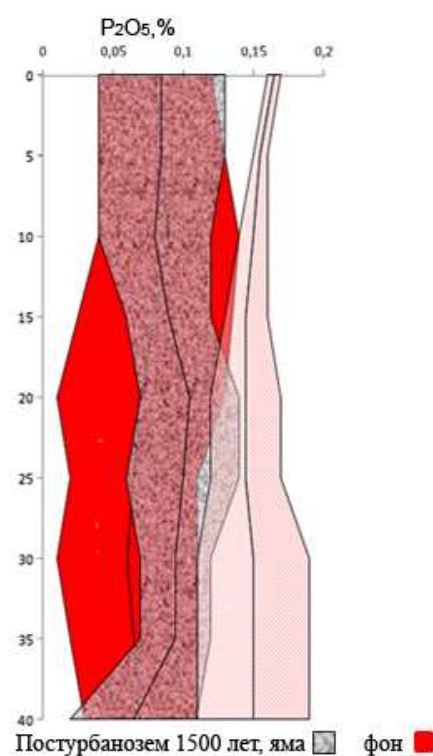


Рисунок 18. Распределение химических свойств разновозрастных постурбаноземов, сформированных на КС-ямах, и фоновых почв: А – $pH_{водн}$, Б – углерода, В – валового фосфора.

Стоит отметить, что содержание валового фосфора чувствительно к гранулометрическому составу почвы (рисунок 19). В постурбаноземах горизонт урбик содержит минимальное количество валового фосфора в почвах с преобладанием фракции крупного песка (Сосновка 4, возраст постурбанозема 1500 лет). Чем больше доля физической глины, тем выше содержание фосфора, как в фоне, так и в постурбаноземе (Кукарки, возраст постурбанозема 600 лет).

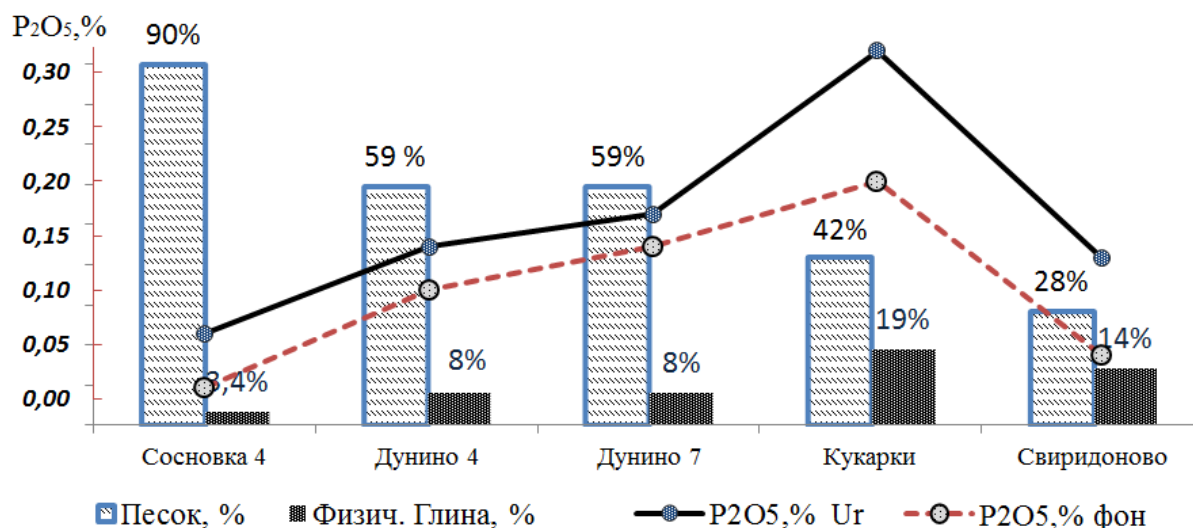


Рисунок 19. Уровни концентраций валового фосфора в постурбаноземах с различным содержанием крупных фракций и физической глины.

Выявлена зависимость как длительности почвообразования, так и от интенсивности хозяйствования. Так, для более древнего объекта Дунино 4 (возраст постурбанозема 1500 лет) характерно меньшее значение валового фосфора по сравнению с соседствующим Дунино 7, преобразование КС которого началось 600 лет назад.

При одинаковом возрасте постурбаноземов Свиридоново и Дунино 4 (1500 лет), содержание валового фосфора выше в более песчаном объекте (Дунино 4). Это может быть связано со спецификой и интенсивностью хозяйствования на объекте, которые все же различаются у памятников одной и той же культуры.

Таким образом, количество валового фосфора зависит от факторов: гранулометрического состава исходной почвы, интенсивности хозяйствования, длительности постселитебного почвообразования.

Полученные в результате обобщения закономерности отражены в таблице 2. Так, наглядно видно, что по прошествии более 3500 тысяч лет на легких породах такие признаки КС, как цвет, визуально не выделяются. Характер границ сохраняется фрагментарно. Результаты химических анализов постурбанозема и фоновый разреза не имеют принципиальных различий по $pH_{водн}$, содержанию углерода и валового фосфора. Сохраняются лишь включения углей и артефакты.

За 1500 лет сохраняются некоторые морфологические признаки бывшего КС постурбаноземов. КС может выделяться как светло-серый слой с буроватыми оттенками, нижняя граница КС сохраняется лучше. В толще профиля обнаруживаются включения углей и артефакты. Значения pH с глубиной повторяют тренд фоновой почвы.

Содержание органики и в постурбаноземе на уровне горизонта урбик зачастую больше, чем в фоне и нижележащих горизонтах.

Таблица 2

Диагностические критерии
постантропогенных изменений постурбаноземов во времени

Призна- ки Начало изменений	Макроморфологические			Химические		
	Включения, артефакты	Цвет	Характер границ	P ₂ O ₅	C _{орг}	pH
Фон Голоцен						
Бронза XXVII в. до н.э.,						
РЖВ V век н.э.						
Средне- вековые XIV в н.э.						

Степень выраженности признака:

сильно выражен средне выражен слабо выражен не выявляется



Наиболее устойчивой характеристикой КС в постурбаноземах возрастом 1500 лет является содержание валового фосфора. Повышенное содержание элемента однозначно указывает на влияние антропогенного фактора на ландшафт в прошлом независимо от археологического контекста.

Спустя 400-600 лет КС в профилях постурбаноземов выделяются визуально по окраске и наличию включений. Наблюдаются значительные отличия от фоновой почвы, как по морфологическим, так и по химическим характеристикам.

Закключение.

Проведенные картографические работы на основе данных археологов и геоморфологического подхода позволили наглядно показать масштабы освоения территории Московского региона в эпоху Раннего железного века ((V(VI) век до н.э. – V (VII) век н.э.).

Наиболее интенсивно преобразованные деятельностью человека в древности объекты – почвы поселений, заброшенные до настоящего времени, изучены с точки зрения сохранности признаков обживания. Описанные горизонты имеют значительные отличия от фоновых – зональных по отдельным морфоаналитическим показателям, ранжированным в результате данной работы по степени выраженности для разной

длительности постселитебного почвообразования.

Выводы:

1. В результате интенсивного и экстенсивного хозяйствования в эпоху Раннего железного века ((V(VI) век до н.э. – V (VII) век н.э., далее – РЖВ) на территории Московского региона не осталось первичных лесов вдоль рек. Вся территория прошла через регулярные вырубки, палы, распашку и иные виды хозяйственной деятельности. По своей интенсивности данные преобразования являлись гораздо более значимыми, чем представляется на сегодняшний день.

2. На легких по гранулометрическому составу субстратах Московского региона в хроноряду постурбаноземов (3500 лет, 1500 лет и 600 лет) фиксируются изменения свойств системы КС – почва.

3. Через 400-600 лет после того, как территория была покинута поселенцами, в толще постурбаноземов происходит исчезновение резких границ между исходной почвой и КС. Скорость преобразования прямо зависит от мощности КС – чем слой мощнее, тем дольше сохраняется характерная нижняя граница, и наоборот.

4. Разные морфолого-химические свойства системы КС – почва обладают различной степенью устойчивости во времени. Степень устойчивости признаков возрастает в ряду $pH \rightarrow C_{орг.} \rightarrow P_{2O5_{вал.}}$.

5. Наиболее устойчивым химическим признаком является ровный характер распределения фосфора по профилю почвы; его повышенные значения на глубине сохраняются тысячелетиями. Исключение составляют объекты, где антропогенная деятельность была максимальной (КС – хозяйственные ямы). Они сохранили специфические свойства КС – высокое содержание гумуса и валового фосфора во всей исследованной толще даже спустя 1500 лет.

6. Основные морфоаналитические признаки маломощных КС стираются за 3500 лет после снятия антропогенного прессинга. На мощных КС они могут сохраняться только в нижней его части. Цветовые аномалии (наличие углистых или иных прослоев) могут сохраняться целиком или фрагментарно более тысячи лет даже в маломощных КС.

7. Время, за которое возможна полная перестройка поселенческого ландшафта, зависит от степени антропогенного воздействия на участок: маломощные КС меняются быстрее мощных КС хозяйственных (и иных) ям. При этом даже спустя тысячи лет не происходит восстановление зональных почв. Формируются новые почвы – постурбаноземы. Таким образом, интенсивное влияние антропогенного фактора в прошлом практически необратимо влияет на направленность почвообразования в настоящем и будущем.

8. Ареалы освоения территории, включающей, как пример, Московский регион, масштабны, и это может служить основанием для рассмотрения почв на данной территории как в разной степени антропогенно-преобразованных в прошлом и ввести почвы экспонированных объектов древних поселений – постселитебные в российскую классификацию как постурбаноземы.

**Основные положения диссертации опубликованы в изданиях,
рекомендованных ВАК:**

1. Древние пахотные ландшафты центральной России: масштабы, диагностические признаки и их устойчивость. Ю.А. Бондарева, Н.М. Свирида, А.А. Гольева, Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2015. № 2. С. 88-94.

2. Почвы археологических памятников в лесной зоне как почвы катастроф. А.А. Гольева, Ю.А. Бондарева, Лесоведение 2017 №3. С. 205-212.

и других изданиях:

1. Степень, характер и площадь антропогенно-преобразованных земель в центральной России в РЖВ. А.А. Гольева, Ю.А. Бондарева. Материалы Третьей Всероссийской научной конференции (с иностранным участием) «Динамика современных экосистем в Голоцене» Казань: Издательство «Отечество» 2013 С. 141.

2. Антропогенно-измененные ландшафты в центральной России в РЖВ. Ю.А. Бондарева, А.А. Гольева. Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч. тр. / отв. ред. Н.А. Черных. – Вып. 15. – М.: РУДН С.157-160

3. Современные почвы древних урбанизированных ландшафтов. Ю.А. Бондарева. Материалы Международной научной конференции XVII Докучаевские молодежные чтения/ Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб.: Изд. дом СПбГУ, 2014. – С. 289-290.

4. Современные почвы древних урбанизированных ландшафтов. Ю.А. Бондарева, А.А. Гольева. Материалы Всероссийской научной конференции по археологическому почвоведению, посвященной памяти профессора В.А. Демкина Отв. редакторы: С.В. Губин, А.В. Борисов, С.Н. Удальцов. 2014. – Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН Пушкино, 2014. – С. 87–91.

5. Взаимосвязь типов антропогенного воздействия на ландшафты и площадей интенсивного преобразования почв в Раннем железном веке на примере центральной части России. Бондарева Ю.А. В сборнике: Изменения климата и природной среды Северной Евразии: анализ, прогноз, адаптация Материалы международной школы-конференции молодых ученых. Редколлегия: И.И. Мохов, О.Н. Соломина, Р.Н. Курбанов, А.В. Чернокульский. 2014. С. 187-190.

6. Следы катастрофических антропогенных преобразований Средневековья в современных почвах на примере археологического памятника Кукарки. Н.М. Свирида, Ю.А. Бондарева. Материалы Международной научной конференции XVIII Докучаевские молодежные чтения/ Под ред. Б.Ф.Апарина. – СПб.: Изд. дом СПбГУ, 2015. – С. 319-321.

7. Golyeva A., Chichagova O., Bondareva J. Soil forming processes of ancient man-made soils (cultural layers) by the example of sites in humid (Dunino) and arid (Ar-dolong) regions of Russia: A first approach // Quaternary International. – 2016. – Vol. 418. – P. 22–27.