

УДК: 631.4

ПОЧВЫ И КУЛЬТУРНЫЙ СЛОЙ ВЕЛИКОГО НОВГОРОДА

© 2010 г. А. В. Долгих, А. Л. Александровский

*Институт географии РАН, 117019, Москва, Старомонетный пер., 29**e-mail: alexandrovskiy@mail.ru*

Поступила в редакцию 20.07.2009 г.

В двух раскопах в Великом Новгороде изучены городские педоседименты (культурные слои), начавшие накапливаться в X–XI вв., и погребенные под ними дерново-подзолистые почвы. Выделены этапы их развития. Погребенные почвы на последних этапах формирования распахивались или находились под луговой растительностью. В педоседиментах местами встречаются слаборазвитые пахотно-огородные почвы. Нижние органогенные слои Новгорода переувлажнены, представляют собой торфообразную массу с остатками древесины хорошей сохранности. Для них характерны процессы окисления органического вещества, оглеения, минералообразования (вивианит). Верхние литогенные слои насыщены обломками кирпича, известью. Здесь активно развиваются процессы минерализации органического вещества, подщелачивания и окарбоначивания, зоотурбации и копрогенного оструктурирования. Под воздействием почвенных растворов, проникающих из культурного слоя, погребенная почва подщелачивается. Местами в ее элювиальном и верхней части иллювиального горизонта появляются диагенетические карбонаты и вивианит. Для всего культурного слоя характерно загрязнение тяжелыми металлами.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема комплексного изучения городских почв и педоседиментов актуальна в почвоведении, географии, геохимии, экологии, археологии. Площади измененных человеком почв в городах и других местах его постоянного проживания ежегодно увеличиваются высокими темпами. Особый интерес представляют центральные, древние части городов, в которых почвы изменены очень сильно и представляют собой мощные отложения, перекрывающие догородские почвы. Культурные слои и погребенные под ними исходные почвы представляют собой единый развивающийся во времени комплекс [28]. Сычева культурные слои разделяет на антропосоли, антрополиты и антропоседименты [27], мы же к мощным культурным слоям городов с рассеянными следами педогенеза и слаборазвитыми почвами применяем термин “городские педоседименты”.

Особенности почв и педоседиментов древних городов обусловлены накоплением в течение долгого времени мощных (3–5 м, изредка до 15 м) антропогенных отложений (культурных слоев) специфического строения и состава. Они отличаются от внегородских зональных почв повышенным содержанием соединений фосфора, карбонатов, органического вещества и тяжелых металлов [1, 5, 7, 11, 12, 14, 18, 21].

Большинством исследователей (почвоведов, геохимиков, экологов) рассматривается верхняя часть городских педоседиментов. Изучаются профили современных почв, сформировавшихся на городских отложениях. Получены обширные

данные, показывающие принципиальные отличия почв исторического центра Москвы от естественных фоновых почв по морфологическим, химическим, физическим, биологическим и экологическим свойствам [23, 26]. Почвы территорий, недавно вошедших в состав города, изменены слабее. Почвы лесопарков, расположенных в пределах городов, по строению профиля в основном сходны с естественными. Вместе с тем, и здесь отмечаются как нарушения профилей почв, так и некоторые отклонения в их химических и физико-химических свойствах [24]. Первые работы по изучению геохимии городских почв проводились на примере древних сильно измененных педоседиментов Великого Новгорода, Пскова и ряда городов Курской обл. [15, 18]. В работах Евдокимовой отражены особенности накопления тяжелых металлов в культурных слоях В. Новгорода и Пскова, по сравнению с материнскими (исходными породами), что связано с интенсивной ремесленной деятельностью [14].

Великий Новгород и некоторые другие города: Ростов Великий, Старая Русса, Старая Ладога, расположенные в районах с плоским рельефом и влажным климатом, отличаются широким распространением мощных переувлажненных культурных слоев. Они характеризуются большим количеством остатков деревянных построек, щепы и торфообразного органического вещества. Развиваются процессы оглеения.

Цель работы – исследование строения и свойств мощных, длительно формировавшихся педоседиментов (культурный слой, включающий

слаборазвитые почвы) и погребенных исходных почв, рассматриваемых нами в качестве единого комплекса. Для решения этой цели были проведены исследования морфологических, физических, химических свойств городских почв и отложений Великого Новгорода в сравнении с фоновыми естественными почвами.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Район исследования расположен на плоской озерно-ледниковой Приильменской низменности. Климат — умеренно-континентальный, близкий к морскому. Территория находится в зоне западного переноса воздушных масс, интенсивна циклоническая деятельность. Местный климат — приозерный, более теплый, отмечаются бризы. Температура июля +17,5°C, января -9°C, среднегодовая температура +3,9°C. Безморозный период — 130–150 дней. Годовое количество осадков — 556 мм (максимум в теплый период), испарение — 400 мм в год. Почвообразующие породы — озерно-ледниковые ленточные глины, естественная растительность — смешанные хвойно-широколиственные леса [13, 25].

В целом факторы почвообразования, особенно климат и рельеф, способствуют развитию заболачивания, почвообразование протекает в условиях как кратковременного, так и длительно избыточного увлажнения.

Исследования проводились на археологических раскопах Десятинный-1 (2008 г.) и Троицкий-ХІ (1998 г.). Раскоп Десятинный-1 был расположен на пресечении улиц Десятинная и Добрыня на юго-западе центральной части Софийской стороны Великого Новгорода (северо-запад Людина конца). Мощность культурного слоя без материковых ям составила 2–2,5 м (начиная с ХІ в.), он представлен литогенными и органогенными слоями примерно равной мощности, погребенная почва — дерново-подзолистая глееватая лесного генезиса с пахотным горизонтом.

Раскоп Десятинный-1. Уч. 3, кв. А-11, колонка Д (к Д).

0–10 см. Асфальтовое покрытие.

10–34 см. Серо-бурая слоистая сухая каменная супесь.

34–38 см. Охристо-бурый сухой каменистый суглинок.

38–100 см [PU]. Огороды XVII–XIX вв. Темно-серый гомогенный увлажненный суглинок, каменистый. На глубине 60–62 см бурый глинистый прослой. На глубине 98–100 см — горелый слой с включениями золы и углей.

100–128 см. КС XV–XVI вв. Темно-серо-буроватый увлажненный суглинок, обилие древесной щепы. На глубине 122–124(126) см прослой белесого песка.

128–138 см. Деревянная мостовая (1380 г).

138–150 см. КС XIV в. Темно-серо-бурый увлажненный суглинок, обилие древесной щепы.

150–165 см [PU]. Огородный горизонт XIII в. Темно-серо-буроватый гомогенный увлажненный суглинок, включения древесной щепы.

165–195 см. КС XII в. Темно-серо-бурый влажный суглинок. Обилие древесной щепы и глена.

195–202(206) см [P]. Огородный горизонт Сад XI в. Темно-серый пятнистый влажный тяжелый суглинок с белесоватыми и светло-бурыми пятнами, корни деревьев.

202(206)–210 см. Глинистый выброс. Светло-бурый пятнистый влажный тяжелый суглинок к глине, с темно серыми пятнами и затеками по краям отдельностей, корни деревьев.

210–214 см. Выброс материала пахотного горизонта погребенной почвы. XI в. Серый гомогенный влажный тяжелый суглинок.

214–225 см. Глинистый выброс (насыпь, связанная с заложением тюрьмы). Белесый влажный суглинок к глине с темно-серыми пятнами.

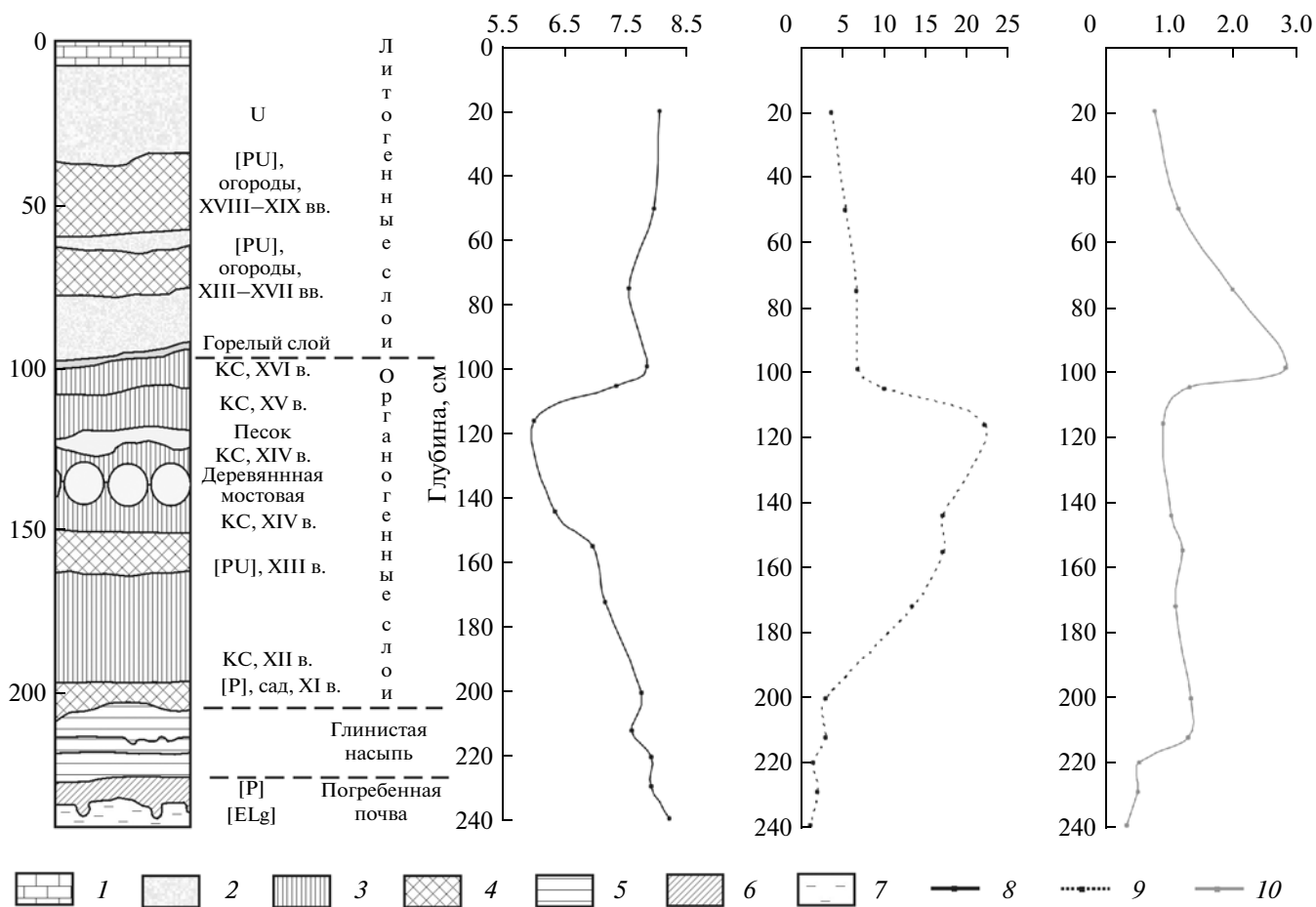
225–233(237) см [P]. Серый гомогенный влажный суглинок, комковатой структуры, граница карманная, прослеживаются борозды. Время распашки X в.

233(237)–(245) см [ELg]. Белесый с серыми и бурыми пятнами влажный суглинок, комковатый бурый железистый и черные марганцевые конкреции.

Вскипает от НСІ до глубины 108 см, ниже не вскипает. Ниже мостовой (138 см) отмечается накопление вивианита белого цвета, через несколько часов окисляющегося в керченит голубого цвета (в минеральных горизонтах большие скопления по краям отдельностей). Переходы между горизонтами в основном резкие. В целом изученная толща разделяется на 4 части: 0–100 см — литогенные слои, 100–202 см — органогенные слои (рисунок). На глубине 202(206)–225 см — глинистая плоская насыпь, состоящая из материала обширной глубокой ямы (тюрьмы конца XI в.). Ниже располагается погребенная почва, более детально исследованная в кА.

Колонка А (к А), кв. А-22, участок 6, в юго-восточном профиле. Можно выделить три части толщи: 0–150 см — литогенные слои, 150–183 см — органогенные слои X–XV вв., ниже — исходная погребенная почва.

0(2)–10(12) см. [P]. Пахотный горизонт погребенной почвы. Серо-бурый увлажненный тяжелый суглинок, комковатый, единичные бурый железистый и черные марганцевые конкреции и примазки, редкие угольки, переход резкий.



Строение и некоторые свойства отложений и почв в раскопе Десятинный-1. Колонка Д: 1 – асфальтовое покрытие; 2 – литогенный слой; 3 – органогенный слой; 4 – пахотно-огородные горизонты в культурном слое; 5 – глинистая насыпь; 6 – пахотный горизонт; 7 – элювиальный горизонт дерново-подзолистой глееватой почвы; 8 – pH водный; 9 – C орг, %; 10 – P₂O₅ валовой, %.

10(12)–19 см. [ELg]. Белесовато-палевый увлажненный тяжелый суглинок, комковатый, бурые железистые и черные марганцевые конкреции и примазки, яркие голубые прожилки по магистральным трещинам, граница языковатая, переход постепенный.

19–27 см. [BEg]. Бурая увлажненная глина ореховато-призматической структуры с пятнами белесо-сизого суглинка, бурые железистые и черные марганцевые конкреции и примазки, переход постепенный, граница языковатая.

27–(47) см. [BTg]. Бурая увлажненная глина с сизоватым оттенком, ореховато-призматической структуры, примазок меньше, по граням агрегатов тусклые бурые глинистые кутаны.

Почва – агродерново-подзолистая глееватая глинистая почва [20].

К о л о н к а Б (к Б) была заложена в северо-восточном профиле кв. 3–7 уч. 8 с глубины 100 см от поверхности, верх профиля срезан. Культурный слой разделяется на: 100–200 см – органогенные

слои XI–XV вв., 200–220 см – глинистая насыпь, 220–255 см – погребенная почва. Можно отметить большую мощность органогенного слоя (“темно-коричневого слоя” по терминологии археологов), характеризующегося обилием древесной щепы и слаборазложившегося навоза.

Колонка А от к Д и к Б отличается меньшей мощностью органогенного слоя, отсутствием насыпанного глинистого слоя, а также большей мощностью литогенного слоя.

Р а с к о п Т р о и ц к и й-Х I расположен на пересечении улиц Мерецкова-Волосова и Троицкой, юг центральной части Софийской стороны В. Новгорода (восток Людина конца). Мощность культурного слоя 5–6 м (начиная с X в.), представлен мощным органогенным слоем, погребенная почва – дерново-подзолистая глееватая глинистая.

На Троицком раскопе исследована погребенная почва, самая нижняя часть культурного слоя и некоторые археологические объекты в слое [29].

Мощность культурного слоя здесь, на Людином конце древнего города, достигает 5–6 м. Погребенная почва характеризуется хорошей сохранностью. Выделяется слой дернины, в которой сохранились корневые системы травянистых растений. Причем остатки трав, а также листва ив на поверхности почвы, сохранились очень хорошо. По этим остаткам Ю.А. Алексеевым (МГУ) было установлено несколько видов злаков (Ежа сборная и др.) и, кроме того, четыре вида ив [2].

Приведем описание погребенной почвы.

0–1 см. [AY_{1дерн}]. Темно-серый тяжелый суглинок, комковатый, слабоуплотненный, густопереплетен корнями трав, много листьев трав и угольков.

1–8 см. [AY₂]. Серый, сверху к темно-серому, тяжелый суглинок к глине, комковатый, уплотненный, много корешков, особенно в верхней части, встречаются угольки, переход постепенный.

8–15 см. [ELg]. Белесый с бурыми и серыми пятнами тяжелый суглинок к глине, комковатый, уплотненный, языковатый. Яркие голубые прожилки по трещинам-порам. Встречаются бурые железистые конкреции и железисто-марганцевые примазки, в верхней части имеются отдельные угольки. Переход постепенный.

15–25 см. [BTg]. Бурая с сизоватым оттенком глина, плотная, ореховато-призматической структуры, на поверхности структурных отдельностей – тускло-серовато-бурые глинистые кутаны, железисто-марганцевых примазок меньше.

Почва текстурно-дифференцированная дерново-подзолистая глееватая глинистая. В течение нескольких десятков лет до погребения почва формировалась под луговой растительностью. Обнаруженная на Троицком-ХІ раскопе палеопочва с пахотным горизонтом по строению профиля схожа с почвой раскопа Десятинный-1.

В целом, мощность культурного слоя В. Новгорода соизмерима со слоями древних средневековых городов центра Восточно-Европейской равнины, функционирующих в настоящее время (Москва, Ярославль, Ростов Великий) [2, 5, 9, 11, 21]. Педоседименты Новгорода отличаются повышенной мощностью органогенного горизонта.

В работе использованы методы полевого палеопедологического исследования, а также комплекс физико-химических анализов образцов, отобранных из культурного слоя и погребной почвы. Определяли: содержание гумуса – по Тюрину, потерю при прокаливании, содержание карбонатов – по Козловскому, содержание общего фосфора – по Гинзбургу, гранулометрический состав – пирофосфатным методом, рН водный, элементный состав – рентген-флюоресцентным методом [16].

Химический состав и свойства городских педоседиментов изучался в сравнении с исходными погребенными и фоновыми почвами. В связи с тем, что отдельные свойства погребенных почв изменены под действием диагенеза (педометаморфизма), то их генезис изучается в сравнении с фоновыми почвами. Таким образом, по устойчивым свойствам сравнивали культурный слой с погребенной почвой, а по динамическим изменчивым свойствам, быстро изменяющимся под действием диагенеза, сопоставляли его с окружающими (фоновыми) почвами.

Для определения возраста культурных слоев и времени погребения исходной почвы использовали археологические (датирование по артефактам) и дендрохронологические данные.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Педоседименты Великого Новгорода, как и многих других древних городов центральной России, представляют собой мощную толщу антропогенных отложений, в разной степени измененных процессами педолитогенеза. Основным источником поступления материала являются строительные остатки, связанные со строительством, функционированием и разрушением построек. Выделяются слои раннего времени (X–XVI вв.), преимущественно представленные остатками деревянного строительства, а также слои позднего времени и современные, представленные в основном остатками каменного строительства. Характерной особенностью ранних культурных слоев Новгорода, как и других городов с переувлажненным слоем (“мокрым слоем” по терминологии археологов), является большая мощность и хорошая сохранность органического материала. Более того, Новгород выделяется особой сохранностью деревянных мостовых (до 30 ярусов), деревянных срубов, всего органического материала в целом [29]. Также как и в других городах с переувлажненным культурным слоем в Новгороде хорошо сохраняются продукты метаболизма домашних животных (навоз). Причем в Новгороде степень сохранности и доля участия в составе культурного слоя данных остатков особенно высока.

Мощность культурных напластований (без материковых ям) в изученных раскопах различается. На раскопе Троицкий-ХІ культурный слой (КС) отличается большей мощностью (до 5–6 м), представлен в основном органогенными слоями (времени деревянного строительства) с X в. На Десятинном-1 накопление слоя началось в XI в. и мощность его составляет 2–2.5 м, встречаются ямы глубиной до 2.5 м. Различная мощность культурного слоя связана с разными геоморфологическими условиями и уровнем грунтовых вод, длительностью заселения и характером хозяйственного использования территорий. Район рас-

копа Троицкий-ХІ заселяется в начале X в., население проживало здесь постоянно. На Десятинном-1 заселение начинается в начале XI в., однако отмечаются перерывы накопления культурного слоя в XIII, XVI–XVIII вв. В это время территория использовалась в качестве огородных участков, происходила интенсивная агрогенная гомогенизация толщи, уменьшение мощности культурного слоя, сформировавшегося ранее.

Погребенные почвы на обоих раскопах – дерново-подзолистые глееватые. Почва Десятинного раскопа отличалась от почвы Троицкого раскопа повсеместным распространением пахотного горизонта.

На Десятинном-1 раскопе профиль почвы представлен следующими горизонтами: P – ELg – BELg – BTg (агродерново-подзолистая глееватая). Пахотный горизонт имеет мощность 8–10 см, в бороздах увеличивается до 12 см. Такая небольшая мощность характерна для средневековых пахотных горизонтов, расположенных в зоне дерново-подзолистых почв [10]. В некоторых случаях глубина распашки была большей, например, в Старой Ладоге, что связано с большой мощностью гумусового горизонта и плодородием почв данного места [8]. Следы пахотных орудий, достаточно узкие, глубиной до 3 см, четко фиксируются на дне раскопа Десятинный-1. Распашка производилась с применением сохи с одним сошником (“однозубая соха”) в конце X в. Имеются затеки материала культурного слоя более темного цвета, с пленками вивианита белого цвета, быстро окисляющегося на воздухе с изменением цвета до голубого. Нижняя граница пахотного горизонта ровная или слабоволнистая, местами с карманами пахотных борозд, переход резкий, что характерно для пахотных горизонтов.

Ниже располагаются подзолистый и иллювиальные горизонты дерново-подзолистой почвы, относящиеся к лесной стадии почвообразования. Степень дифференциации профиля на элювиальный и иллювиальный горизонты морфологически выражена слабее, чем в типичных дерново-подзолистых почвах. Это связано с особенностями факторов почвообразования, в первую очередь с переувлажнением и оглеенностью горизонтов в условиях тяжелого гранулометрического состава почвы. Но по данным гранулометрического анализа, дифференциация на элювиальный и иллювиальный горизонты прослеживается ярко (табл. 1).

От фоновых естественных дерново-подзолистых поверхностно- и глубокоглеевых почв на ленточных глинах [19] агро-дерново-подзолистая почва отличается наличием пахотного горизонта и отсутствием подстилки и гумусового горизонта. Мощность элювиальной части профиля почвы, погребенной на Десятинном-1, сопоставима с

мощностью фоновой почвой (около 30 см). На Троицком-ХІ элювиальная толща менее мощная (около 15 см).

По результатам физико-химических анализов погребенная почва заметно отличается от вышележащего культурного слоя. Отмечаются пониженные значения содержания органического углерода (табл. 2).

Значения pH погребенной почвы варьируют от слабокислых, нейтральных и слабощелочных в гор. P, ELg, ELBg до щелочных в текстурном оглеенном гор. BTg. В фоновой почве напротив, верхняя часть профиля до горизонта B3tg имеет кислую реакцию среды (pH водный от 4.8 до 5.3). Лишь с глубины 70 см зафиксированы нейтральные значения pH.

В колонке А, где погребенная почва не перекрыта глинистой насыпью, в гор. ELg отмечается появление карбонатов, очевидно привнесенные из культурного слоя. По Матинян [22], в ленточных глинах Волхов-Ильменской низменности карбонаты встречаются с глубины около 3 м. Иногда литогенные карбонаты встречаются на глубине 120–130 см (0.61%) [19].

Исходная дерново-подзолистая почва существенно изменилась после погребения под культурным слоем. Изначально кислые значения pH стали щелочными, что связано с вымыванием солей в профиль почвы из культурного слоя. Признаки оглеения отчасти могут принадлежать к этапу ее функционирования, но в значительной степени они усилились в связи с погребением почвы под мощным слоем отложений и поднятием уровня грунтовых вод. Динамические свойства (оглеение) быстро меняются после погребения, поэтому достоверно говорить об исходном оглеении невозможно. Вторичное оглеение можно отнести как к явлениям диагенеза, так и к глубокопочвенным процессам. В элювиальном горизонте почвы обильные новообразования вивианита. Их появление связано с миграцией соединений фосфора из культурного слоя.

На почве залегает слоистый культурный слой, в котором встречаются прослойки щепы, слаборазложившегося навоза, углистые прослойки и линзы золы. Культурный слой нарушен ямами, и местами подстилается глинистыми прослоями выбросов материала погребенной почвы.

Накопление слоя связано с поступлением остатков строительства, бытового мусора. Нижняя его часть представлена слоями времени деревянного строительства (XI–XVI вв.). Это органические слои повышенной влажности, характеризуются большим скоплением деревянных мостовых, остатками деревянных строений хорошей сохранности. Отмечается высокое содержание остатков древесной щепы, тлена, навоза и костей животных, доля которых в заполнителе мо-

Таблица 1. Гранулометрический состав культурного слоя и почвы. Раскоп Десятинный-1

Горизонт, глубина, см	Содержание фракций в % (размер частиц в мм)						Физическая глина, %	Гранулометрический состав
	1.0–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001		
Колонка Б, уч. 8, кв. 3-7								
[PU], XIII в., 150–160	11.33	14.46	35.22	10.23	13.39	15.37	38.99	Суглинок средний
КС, XI в., 190–200	2.91	14.66	34.29	10.86	14.39	22.89	48.14	Суглинок тяжелый
[P], 220–230	0.55	2.90	28.40	12.58	24.57	31.00	68.15	Глина средняя
[ELg], 230–237	0.84	7.92	29.90	11.99	22.51	26.84	61.34	Глина легкая
[BTg], 245–255	0.26	0.89	7.52	6.34	16.22	68.77	91.33	Глина тяжелая
Колонка Д, уч. 3, кв. А-11								
U, 19–34	30.34	37.32	13.18	3.50	8.13	7.53	19.16	Супесь
[PU], 38–60	29.27	32.53	15.95	6.79	7.65	7.81	22.25	Суглинок легкий
[PU], 62–98	9.65	31.90	25.87	8.85	11.33	12.40	32.58	Суглинок средний
КС, горелый, 98–100	5.72	17.75	38.61	12.59	13.37	11.96	37.92	То же
КС, XVI в., 100–110	6.44	25.48	31.16	7.61	12.81	16.50	36.92	То же
КС, XV в., 110–122	20.21	11.02	28.54	8.41	11.64	20.18	40.23	То же
КС, XIV в., 138–150	19.66	9.87	35.47	8.82	14.32	11.86	35.00	То же
[PU], XIII в., 150–160	16.99	13.16	31.80	12.32	13.20	12.53	38.05	То же
КС, XII в., 165–185	14.52	11.20	35.77	11.41	11.59	15.51	38.51	То же
[P], сад, XI в., 185–210	5.66	9.08	19.41	9.58	19.46	36.81	65.85	Глина средняя
Насыпь, 210–214	3.67	7.04	24.64	15.00	20.54	29.11	64.65	Глина легкая
214–225	0.74	8.32	27.86	10.61	22.58	29.89	63.08	То же
[P], 225–233	1.21	12.80	31.58	10.50	20.96	22.95	54.41	То же
[ELg], 233–245	1.38	16.34	32.14	8.94	20.86	20.34	50.14	Суглинок тяжелый

жет достигать 73% (до 80 объемных процентов) (табл. 2). Как и в погребенной почве, имеются пленки вивианита, располагающиеся на поверхностях структурных отдельностей.

По данным гранулометрического анализа, мелкозем органогенных слоев среднесуглинистый, с преобладанием пылеватых фракций. Результаты определения потери при прокаливании высокие (до 73%), что обусловлено слабым разложением органического вещества. Содержание органического углерода до 27% (гумус – 46%). Органогенные слои отличаются наиболее кислыми значениями pH (до 6.0), по сравнению погребенной исходной почвой и вышележащими литогенными слоями (до 8.3).

Выше залегают слои времени каменного строительства с иным составом включений: выделяется большое количество обломков известняка, кирпичей. Также эта часть слоя отличается включениями строительной извести, что в значительной степени обуславливает карбонатность и щелочность. Встречаются подсыпки песка.

Во всем культурном слое имеются фрагменты керамической посуды, кости животных. Появление прослоев угля и золы, связанных как с хозяйственной деятельностью (очаги), так и с многочисленными пожарами, характерными для средневековых поселений. Прослои золы бурно вскипают от HCl и являются еще одним источником карбонатов в культурном слое [4].

Как в органогенных, так и в литогенных слоях, отмечается несколько огородных горизонтов (XI, XIII, XVI–XVI вв.). Во время функционирования этих огородов седиментация прерывалась, происходила агропедогенная гомогенизация ранее отложенного материала, протекали процессы педогенеза, заключавшиеся в гумификации и минерализации органического вещества, оструктурировании, выщелачивании.

Органогенные слои со значениями потери при прокаливании 35–73% отличаются слабокислыми и нейтральными pH. Это связано с интенсивным окислением органического вещества. Этим они отличаются от выше- и нижележащих слоев с более низким содержанием органического веще-

Таблица 2. Результаты химических анализов. Десятичный-1

Горизонт, глубина, см	рН водный	CaCO ₃	ППП*	С орг	P ₂ O ₅
		%			
Колонка А, уч. 6, кв. А-22					
U, 0–25	8.3	3.77	–	3.00	0.48
[PU], 80–100	7.8	1.8	–	8.33	1.73
КС, XVI в., 110–130	7.5	1.52	–	9.55	1.56
КС, горелый, 130–140	7.6	8.60	–	8.05	3.38
КС, XV в., 140–150	7.6	1.59	–	13.16	2.06
КС, XIV в., 150–158	7.6	1.68	–	8.07	0.74
[PU], XIII в., 158–170	6.9	0	–	14.87	0.97
КС, XII в., 170–175	5.95	0	–	22.03	0.37
КС, XI в., 175–183	5.95	0	–	8.87	0.67
[P], 183–193	6.6	0	–	1.67	1.04
[ELg], 193–202	7.1	1.61	–	0.89	1.96
[BTg], 210–230	8.1	0.05	–	0.45	0.47
Колонка Б, уч. 8, кв. 3-7					
КС, XIV в., 135–145	6.3	0	73.15	27.27	0.56
[PU], XIII в., 145–178	7.05	0	34.7	14.05	1.41
КС, XII в., 180–190	6.4	0	72.9	23.89	3.19
КС, XI в., 190–200	6.95	0	25.44	10.60	0.66
[P], 220–230	7.7	0	–	2.16	0.54
[ELg], 230–237	8.05	0	–	1.00	0.29
[BTg], 245–255	8.35	0	–	0.64	0.17
Колонка Д, уч.3, кв. А-11					
U, 19–34	8.05	3.77	–	3.47	0.75
[PU], 38–60	7.95	3.45	13.74	5.16	1.12
[PU], 62–98	7.55	4.11	18.72	6.51	1.98
КС, горелый, 98–100	7.85	42.43	33.91	6.70	2.80
КС, XVI в., 100–110	7.35	7.88	28.54	10.01	1.30
КС, XV в., 110–122	6.0	0	54.08	22.17	0.90
КС, XIV в., 138–150	6.35	0	44.54	17.10	1.03
[PU], XIII в., 150–160	6.95	0	38.29	17.00	1.20
КС, XII в., 165–185	7.15	0	33.09	13.37	1.09
[P], сад, XI в., 185–210	7.75	0	11.08	2.90	1.33
Насыпь, 210–214	7.6	0	–	2.85	1.29
214–225	7.9	0	–	1.36	0.53
[P], 225–233	7.9	0	–	1.92	0.49
[ELg], 233–245	8.2	0	–	1.00	0.32

* ППП – потеря при прокаливании, прочерк – не определяли.

ства, имеющих щелочные и слабощелочные значения рН.

Содержание фосфора в культурном слое на Десятинном раскопе повышено (табл. 1). Это связано с тем, что в слой в большинстве случаев поступает бытовой мусор, богатый остатками органического вещества животного происхождения. В первую очередь это кости животных, пищевые остатки. В погребенной почве фосфора несколько меньше, чем в культурном слое, но обычно его еще меньше в подзолистых почвах, не подверженных антропогенному воздействию.

Повышено содержание фосфора и в погребенной почве из Троицкого раскопа (0.5–1.1%), особенно в голубых пятнах вивианита (7.6 %) на границе между гор. ELg и VTg [2]. При этом в вышележащем органогенном слое высокие концентрации фосфора были обнаружены в слоях, связанных с очагом (4.2–5.1%), тогда как в основной массе горизонта его было меньше (0.4–1%).

Можно полагать, что фосфор поступает в погребенную почву из культурного слоя. Главный путь увеличения подвижности фосфора связан с превращением трикальцийфосфата в ди- или монокальцийфосфат:



Эта реакция идет в присутствии свободных кислот, образующихся в частности при разложении органических остатков в анаэробных условиях, то есть в условиях подтопления. Фосфор мигрирует в щелочной среде при высоком содержании карбонатов [3]. Велика и роль почвенной фауны (в основном червей), по ходам которых материал культурного слоя, обогащенный фосфором и другими элементами, в заметных количествах проникает вглубь. Это особенно заметно в колонке А, где отсутствуют глинистые слои, которые в других колонках (Б и Д) экранируют погребенную почву от поступающих из культурного слоя фосфора, карбонатов и тяжелых металлов. Следовательно, в культурных слоях и почвах имеются не только устойчивые соединения фосфора, но и способные мигрировать при определенных условиях.

По мере накопления культурного слоя Великого Новгорода процессы поступления вещества изменялись. Длительное время происходило накопление органогенного материала, в последние 2–3 века расширилось каменное строительство и поэтому увеличилось поступление минерального вещества, в том числе, извести, повысилась эффективность дренажных систем. В результате изменились не только процессы седиментации, но и педогенные процессы преобразования культурного слоя. Усилились процессы минерализации и гумификации органического вещества в верхней части городских отложений. Педогенез, в кото-

ром преобладали явления заболачивания, сменился на мезоморфный, при сохранении его синлитогенного характера.

Однако значительная часть отложений до сих пор находится в зоне переувлажнения (“мокрый слой”). Это органогенный слой, состоящий в основном из остатков деревянных построек, щепы, навоза; преобладает торфообразная масса. Доля минеральной массы невелика, но она увеличивается при аэрации, вызывающей разложение и минерализацию органического вещества. В органогенном “мокрое” слое в результате окисления органического вещества значения рН понижаются. Однако здесь встречаются обломки известняка, зола – источники карбонатов и других солей. Еще больше их в вышележащем слое времени каменного строительства. Щелочные почвенные растворы относительно свободно проникают через культурный слой до верхней элювиальной части погребенной почвы, что приводит к ошелачиванию всей рассматриваемой толщи. Иллювиальные глинистые горизонты погребенной почвы являются водоупором и карбонаты в них не попадают. При этом легкорастворимые соли видимо проникают и ниже, с чем связаны щелочные значения рН горизонтов В погребенной почвы. Формируется своеобразный кислотно-щелочной профиль: в верхней части культурного слоя наблюдаются щелочные значения рН, в нижней его части – слабокислые и снова щелочные – в погребенной почве.

Процессы педогенеза, оструктуривание, гумификация растительных остатков, наиболее полно выражены в верхней части культурного слоя. Нижележащий органогенный слой отчасти напоминает торфяную залежь. Вместе с тем, в нижней части слоя местами встречаются горизонты огородных почв, в которых можно обнаружить признаки процессов гумификации органического вещества, оструктуривания и другие. Все изученные погребенные почвы после погребения испытывали воздействие глубокопочвенных процессов. Так, в подзолистой погребенной почве обнаруживаются затеки материала культурного слоя и пахотного горизонта по вертикальным трещинам. После того как мощность слоя достигла большой величины, на нее стали действовать процессы диагенеза. Подобная очередность смены характера процессов: почвенных (характерных для верхних горизонтов почвы), глубокопочвенных, а затем диагенетических, происходящая по мере накопления культурного слоя, свойственна мощным городским педоседиментам [6].

Средний микроэлементный состав отложений Волхов-Ильменской низменности соответствует кларковым значениям [22]. Близкий состав имеет погребенная почва (табл. 3). Содержание тяжелых металлов в культурном слое ярко отражает

Таблица 3. Валовое содержание микро- и макроэлементов

Объект	K ₂ O (1.7)*	CaO (1.5)	Fe ₂ O ₃ (5)	Mn (1000)	Cu (30)	Zn (76)	As (2)	Br (2.5)	Pb (13)	Rb (78)	Sr (384)	Se (0.05)
	%			ppm								
Десятичный-1, колонка А, уч. 6, кв. А-22												
U, 0–25	1.8	6.6	2.5	841	80	160	2.0	0.4	66	70	195	0.07
[PU], 80–100	1.7	8.7	2.6	1568	80	155	–	–	30	80	231	–
КС, XV в., 110–130	1.4	6.1	2.8	1816	92	185	–	–	10	90	250	0.02
КС, горелый, 130–140	1.7	12.3	1.4	2612	40	185	0.6	0.6	30	55	401	0.07
КС, XV в., 140–150	1.2	7.9	2.5	2920	76	185	–	–	15	78	306	–
КС, XIV в., 150–158	1.6	5.4	3.1	479	96	100	–	–	35	93	185	0.03
[PU], XIII в., 158–170	1.4	4.9	4.1	2207	75	300	2.0	1.9	69	80	225	0.06
КС, XII в., 170–175	0.7	7.3	3.5	1625	36	245	–	–	15	54	155	–
КС, XI в., 175–183	1.3	1.5	3.5	2400	40	300	1.2	0.9	24	110	210	0.04
[P], 183–193	1.9	0.9	2.4	1229	44	50	–	–	15	105	136	–
[ELg], 193–202	1.8	1.2	3.5	2759	20	50	0.5	–	15	151	165	0.02
[BTg], 210–230	2.9	0.5	4.0	392	36	60	–	–	0	182	146	–
Десятичный-1, колонка Д, уч. 3, кв. А-11												
U, 19–34	1.0	8.4	3.7	909	72	105	–	–	15	44	134	0.01
[PU], 38–60	1.8	6.3	2.9	1200	125	500	2.0	1.3	540	90	405	0.09
[PU], 62–98	1.4	6.5	3.4	1129	75	250	1.5	1.0	51	70	270	0.03
КС, горелый, 98–100	0.5	32.9	2.4	1026	64	165	–	–	35	20	335	0.04
КС, XVI в., 100–110	2.5	17.3	3.1	800	500	475	–	2.0	24	110	600	–
КС, XV в., 110–122	1.0	4.7	3.1	800	110	450	–	2.5	15	70	315	–
КС, XIV в., 138–150	1.5	3.2	2.8	900	100	500	0.2	2.5	30	110	375	–
[PU], XIII в., 150–165	1.0	3.0	2.7	1200	60	350	–	2.5	21	120	330	–
КС, XII в., 165–185	1.5	4.7	0.5	3400	100	550	0.5	2.5	30	130	390	–
[P], сад, XI в., 185–210	2.4	2.3	2.3	1150	52	70	0.4	0.5	20	140	180	0.04
Насыпь, 210–214	2.5	1.5	8.6	1400	100	300	0.9	0.6	21	180	285	–
214–225	1.9	0.7	2.4	518	36	75	–	–	10	98	94	0.02
[P], 225–233	2.0	0.8	3.4	679	10	80	0.5	0.4	15	140	162	0.03
[ELg], 233–245	2.1	0.9	2.6	1298	10	60	–	–	10	140	172	0.03
Троицкий-XI												
КС, XV–XVII вв.	1.4	11.7	3.7	3517	182	443	6	–	83	133	352	–
Печь, белый слой (зола)	2.2	10.8	2.3	4116	110	1011	10	–	83	105	1224	–
КС, X в., 385	1.9	17.3	3.3	2563	152	996	1.0	–	33	22	498	–
КС, X в., 405–408	1.9	7.6	2.5	1236	64	435	1.0	–	26	115	284	–
AY, 0–8**	1.6	1.0	1.5	609	14	76	1.0	–	33	125	157	–
ELg, низ, пятна вивианита, 8–15	1.8	1.0	9.7	5094	46	68	1.0	–	107	181	148	–
BTg, 15–30	1.8	0.7	2.7	728	34	78	1.3	–	22	166	118	–

* В скобках приведено кларковое содержание элементов. Жирным шрифтом выделены повышенные концентрации, прочерк – не определялось.

** Глубины даны от основания культурного слоя.

интенсивную деятельность человека. Это подтверждается найденными многочисленными археологическими артефактами, связанными с металлургической деятельностью (литейные формы, выплески металла, инструменты). О существовании металлургического производства, а именно цветной металлургии, говорят не только археологические артефакты, но и высокие концентрации в слое свинца, меди, цинка.

При выплавке меди из медных или полиметаллических руд и даже при переплавке медных предметов цинк улетучивается вместе с металлургическими газами, однако при соприкосновении с холодным воздухом может конденсироваться и опускаться на землю [4]. В культурный слой попали металлические предметы с высоким содержанием меди, цинка и свинца, и в результате процессов коррозии культурный слой обогатился ими.

В процессе формирования педоседиментов в их нижней части возникает сорбционный кислый и нейтральный восстановительный барьеры, на которых неподвижны или слабоподвижны цинк, медь, свинец, кадмий, образуются металлоорганические комплексы [15]. В верхней его части в результате хозяйственной деятельности накапливаются кальций и фосфор (табл. 2, 3). В условиях окисления и ошелачивания значения pH увеличиваются здесь до 7.5–8.3. Поэтому тяжелые металлы и многие другие элементы также неподвижны и обнаруживаемые их концентрации в основном соответствуют исходным, времени накопления исследуемых горизонтов. Выявленные повышенные содержания цинка, меди, мышьяка, свинца и марганца связаны с металлургией, другими производствами, а также с применением этих элементов в быту [4].

В погребенной почве содержание микроэлементов в основном низкое, но в некоторых случаях обнаруживается их накопление в кутанах совместно с диагенетическим вивианитом (Троицкий раскоп).

Отметим, что на кратковременно функционирующих поселениях (например, Гнездово, Горное Эхо) выделяются четко обособленные функциональные зоны (ремесленная, селитебная), отличающиеся разным уровнем антропогенной нагрузки. В ремесленных зонах отмечается повышенное содержание многих элементов в культурном слое (тяжелые металлы, мышьяк, бром) [12, 17]. В долговременных средневековых поселениях, особенно в крупных городах с мощным культурным слоем такие зоны выделить сложно, так как происходит пространственная миграция этих зон во времени. Ремесленные мастерские на локальных участках сменяются селитебными участками, огородами в любой последовательности. Кроме того, в Великом Новгороде отмечается повсеместное распространение ре-

месленных мастерских. На раскопе Десятинный-1 найдены многочисленные боярские средневековые усадьбы, на территории которых встречались небольшие ремесленные мастерские. В связи с этим отмечается общее повышенное содержание тяжелых металлов в культурном слое, которое можно встретить в любом районе города.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Педоседименты (культурный слой, содержащий слаборазвитые почвы) и лежащие ниже погребенные почвы Великого Новгорода характеризуются переувлажненностью и хорошей сохранностью органического вещества. Погребенные исходные почвы – дерново-подзолистые глееватые, на последних этапах своего функционирования местами распаивались, местами развивались под антропогенной луговой растительностью.

Педоседименты формировались начиная с X–XI вв. Нижняя и средняя их части представлены органогенными слоями, состоящими из торфообразного растительного детрита и насыщенными крупными и мелкими остатками древесины.

И в верхней и в нижней части культурного слоя встречаются слаборазвитые пахотные и огородные почвы, им соответствуют перерывы седиментации, активный педогенез; отмечаются процессы оструктурирования и гомогенизации почвенного материала. В пахотно-огородных почвах, сформированных в пределах органогенного слоя, отмечается потеря органического углерода, уменьшение количества щепы и других включений, интенсивная гумификация.

В верхней части городских педоседиментов залегают слои времени каменного строительства – литогенные слои. Они содержат в большом количестве обломки кирпича, а также известняка, строительную известь, остатки штукатурки. Поэтому эти слои карбонатны и имеют щелочную реакцию. В условиях аэрации остатки древесины и другого органического вещества здесь быстро разрушаются и минерализуются.

Органогенные слои, залегающие ниже, переувлажнены, характеризуются более кислой реакцией среды по сравнению с литогенными, что связано с окислением органического вещества (растительного детрита). Однако под влиянием вышележащих карбонатных слоев, образующиеся здесь кислоты нейтрализуются и поэтому значения pH слабокислые и нейтральные. В итоге формируется сложный кислотный профиль. Сверху залегают щелочной литогенный слой, сменяющийся органогенным слоем, имеющим нейтральную-слабокислую среду. Внизу, в гор. В дерново-подзолистой почве происходит увеличение щелочности до значений pH 8.35, причем при отсутствии карбонатов. Ощелачивание исходно

кислой дерново-подзолистой почвы связано с действием щелочных почвенных растворов, проникающих сверху.

В педоседиментах и погребенной почве развиваются диагенетические процессы окисления органического вещества, ошелачивания и окарбонирования, оглеения, минералообразования. В погребенной почве обнаруживаются кальцит и вивианит. В культурном слое выявлено активное накопление кальция, фосфора, цинка, меди, мышьяка, свинца, связанное с производственной и бытовой деятельностью человека.

Педоседименты Новгорода в целом отличаются от почв и культурных слоев многих древних городов лесной зоны Восточно-Европейской равнины (Москва, Ярославль, Смоленск, Владимир) наличием мощного органогенного анаэробного слабокислого слоя, доминирующего в строении профиля педоседиментов, небольшой мощностью литогенного аэробного щелочного слоя. В этом они сходны с изучавшимися нами педоседиментами Ростова Великого, Пскова, Старой Лядоги, Старой Руссы.

Авторы выражают благодарность археологам О.М. Олейникову, П.Г. Гайдукову, Н.А. Кренке, за помощь в проведении работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдусин Д.А. Полевая археология СССР. М.: Высшая школа, 1980. 335 с.
2. Александровский Е.И., Александровский А.Л., Гайдуков П.Г., Кренке Н.А. Лес, луг, пашня, городская застройка по данным исследования древнейшего культурного слоя и погребенной почвы Новгорода // Естественно-научные методы в полевой археологии. М.: Эдиториал УРСС, 2000. Вып. 3. С. 25–36.
3. Александровская Е.И., Александровский А.Л. Историко-географическая антропохимия. М.: НИИ-Природа, 2003. 204 с.
4. Александровский А.Л. Пирогенное карбонатообразование: результаты почвенно-археологических исследований // Почвоведение. 2007. № 5. С. 517–524.
5. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Результаты комплексного исследования почв и культурного слоя раскопа в Конюшенном дворе Ростова Великого // Конюшенный раскоп в Ростове Великом. Мат-лы охранных археологических исследований. М.: ООО «Таус», 2007. Т. 9. С. 38–45.
6. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Результаты почвенно-геохимических исследований на раскопках Романова двора // Романов двор. М.: Изд-во ИА РАН, 2009.
7. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука, 2005. 223 с.
8. Александровский А.Л., Арсланов Х.А., Давыдова Н.Н., Долуханов П.М., Зайцева Г.И., Кирпичников А.Н., Кузнецов Д.Д., Лавенто М., Лудикова А.В., Носов Е.Н., Савельева Л.А., Сапелко Т.В., Субетто Д.А. Новые данные относительно трансгрессии Ладожского озера, образования реки Невы и земледельческого освоения Северо-запада России // Доклады РАН. 2009. Т. 424. № 5. С. 1–5.
9. Александровский А.Л., Бойцов И.А., Кренке Н.А. Почвы и культурный слой Москвы: строение, история развития, география // Известия РАН. Сер. геогр. 1997. № 4. С. 82–95.
10. Александровский А.Л., Кренке Н.А. Изучение средневековых пахотных горизонтов в Москве и Подмоскovie // Краткие сообщ. Ин-та археологии. 1993. Вып. 208. С. 20–31.
11. Арциховский А.В. О Новгородской хронологии // Сов. археология. 1959. № 4. С. 107–124.
12. Бронникова М.А., Мурашева В.В., Якушев А.И. Первые данные по пространственной неоднородности элементного состава культурного слоя Гнездовского поселения // Гнездово: результаты комплексных исследований памятника / Под ред. В.В. Мурашевой. 2008. С. 145–149.
13. География и геология Новгородской области: Уч. пособие. Великий Новгород: Изд-во Новгород. гос. ун-та им. Ярослава Мудрого, 2002. 308 с.
14. Евдокимова А.К. Сравнительная характеристика показателей содержания тяжелых металлов в антропогенных органических слоях Новгорода и Пскова // Археология и история Пскова и Псковской земли. Псков, 1986. С. 28–31.
15. Евдокимова А.К. Тяжелые металлы в культурном слое средневекового Новгорода // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, география. 1986. № 3. С. 86–91.
16. Естественно-научные методы исследования культурных слоев древних поселений / Под ред. С.А. Сычевой, Н.Б. Леоновой. М.: НИИ-Природа, 2004. 107 с.
17. Зазовская Э.П. Палеоурбаноземы Гнездовского ландшафтно-археологического комплекса // Гнездово: результаты комплексных исследований памятника / Под ред. В.В. Мурашевой. 2008. С. 183–188.
18. Кайданова О.В. Геохимия культурных слоев древних городов // Эко-геохимический анализ техногенного загрязнения. М.: ИМГРЭ, 1992. С. 126–133.
19. Караваева Н.А. Антропогенные изменения таежных почв на ленточных глинах Северо-Запада России // Почвоведение. 1996. № 11. С. 1285–1294.
20. Классификация и диагностика почв России / Под ред. Л.Л. Шишова, В.Д. Тонконогова, И.И. Лебедевой, М.И. Герасимовой. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2004. 341 с.
21. Леонтьев А.Е. Стратиграфия и хронология культурного слоя Ростова Великого // Археологические памятники Европейской части РСФСР. М.: Изд-во ИА АН СССР, 1985. С. 105–112.
22. Матинян Н.Н. Почвообразование на ленточных глинах озерно-ледниковых равнин Северо-Запада России. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2003. 200 с.
23. Почва, город, экология. М.: Изд-во. Моск. ун-та, 1997. 320 с.

24. *Решоткин О.В.* Эволюция серых лесных почв в условиях городского биогеоценоза. Автореф дис... канд. биол. наук. Пушкино, 2007. 25 с.
25. Справочник по климату СССР. Л., 1968. Вып. 3. Ч. IV. 327 с.
26. *Строганова М.Н., Агаркова М.Г.* Городские почвы: опыт изучения и систематики (на примере почв юго-западной части г. Москва) // Почвоведение, 1992. № 7. С. 16–24.
27. *Сычева С.А.* Культурный слой древних поселений как объект междисциплинарных исследований // Культурные слои археологических памятников. Теория, методы и практика исследований. Мат-лы науч. конф. М.: Изд-во ИГ РАН, ИА РАН, НИИ-Природа, 2006. С. 45–56.
28. *Сычева С.А.* Почвенно-геоморфологические аспекты формирования культурного слоя древних поселений // Почвоведение. 1994. № 3. С. 28–33.
29. *Alexandrovskaya E.I., Alexandrovskiy A.L., Gaidukov P.G., Krenke N.A.* Woodland, meadow, field and town layout: evidence from analyses of the earliest cultural deposits and buried soils in Novgorod // The British Museum. Occasional Paper. 2001. № 141. P. 15–21.