

## ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.4

### ПОЧВЫ СО ВТОРЫМ ГУМУСОВЫМ ГОРИЗОНТОМ И ПАЛЕОЧЕРНОЗЕМЫ КАК СВИДЕТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ ПЕДОГЕНЕЗА В ГОЛОЦЕНЕ НА ПЕРИФЕРИИ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ И В ЛЕСОСТЕПИ (ОБЗОР)

© 2022 г. А. Л. Александровский<sup>а</sup>, \*, Ю. Г. Чендев<sup>б</sup>, А. А. Юртаев<sup>с</sup>

<sup>а</sup>Институт географии РАН, Старомонетный пер., 29, Москва, 119017 Россия

<sup>б</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
ул. Победы, 85, Белгород, 308015 Россия

<sup>с</sup>Тюменский государственный университет, ул. Володарского, 6, Тюмень, 625003 Россия

\*e-mail: alexandrovskiy@mail.ru

Поступила в редакцию 05.07.2021 г.

После доработки 09.08.2021 г.

Принята к публикации 31.08.2021 г.

Рассматривается проблема происхождения почв со вторым гумусовым горизонтом (ВГГ) — наиболее ярким реликтовым признаком в профиле дерново-подзолистых и серых почв (Retisols, Luvisols). Среднеголоценовый радиоуглеродный возраст ВГГ, его темный цвет и несоответствие свойств современным гумусовым горизонтам почв лесного генезиса определили основные вопросы в изучении этого феномена — характер изменений климата и смещений границ природных зон в голоцене, а также отражение этих изменений в эволюции почвенного профиля. Цель работы — рассмотреть историю изучения, систематизацию, распространение, гипотезы образования, современные свойства ВГГ; на основе анализа палеопочв голоцена выяснить прототип данного горизонта, его возраст и стадии эволюции в голоцене; выявить аналоги почв со ВГГ за пределами России. Согласно принятой гипотезе, ВГГ являются остаточными, палеоклиматогенными образованиями. Также имеются гипотезы погребенного, палеогидрогенного происхождения ВГГ и др. Основу ВГГ составляют сформировавшиеся на темноцветной стадии педогенеза в первой половине голоцена формы гумусовых веществ, выделяющиеся чрезвычайно высокой устойчивостью, что позволяет им сохраняться в дерново-подзолистых и серых почвах. Под действием биохимических и механических (вывалы деревьев) факторов ВГГ сильно трансформированы и поэтому сложны для исследования. В ареале ВГГ встречаются хорошо сохранившиеся черноземы и темноцветные почвы (Phaeozems), погребенные под курганами и другими насыпями и отложениями, которые позволяют установить прототип ВГГ и проследить его деградацию в позднем голоцене. В пределах Восточно-Европейской равнины мощность и возраст ВГГ меняются в соответствии с гипотезой остаточного палеоклиматогенного генезиса данного горизонта. Рассматривается обоснованность гипотез погребенного и гидрогенного происхождения ВГГ. В настоящее время интерес к изучению почв со ВГГ в нашей стране несколько сократился. В Центральной Европе и Северной Америке почвы со ВГГ не изучаются, но исследование проблемы реликтовых черноземов ведется активно. Объединение этих двух типов объектов и, соответственно, направлений исследования может привести к более определенному решению проблемы формирования почв со ВГГ.

*Ключевые слова:* эволюция почв, голоцен, курганы, реликтовые горизонты, палеопочвы, радиоуглеродный возраст почв

DOI: 10.31857/S0032180X22020022

#### ВВЕДЕНИЕ

Второй гумусовый горизонт (ВГГ) — наиболее распространенный и ярко выраженный реликтовый (унаследованный) признак, обнаруживаемый в дерново-подзолистых, серых (Retisols, Luvisols) и других современных почвах с текстурно-дифференцированным профилем в пределах средней полосы Восточно-Европейской равнины и Западно-

Сибирской низменности, а также в некоторых других регионах [2, 16, 23, 25, 57, 64, 65] (названия почв даны согласно российской классификации и WRB [32, 85]). ВГГ залегает в нижней части элювиального горизонта данных почв, или в верхней части иллювиального горизонта, на глубинах от 15–25 до 70–80 см, в отдельных случаях до 100 см. За время, прошедшее с начала XX в.,

появилось много гипотез, объясняющих образование этого ярко выраженного признака. Кроме первоначальной точки зрения, по которой эти горизонты относятся к остаточным палеоклиматогенным, были предложены другие теории его происхождения, выделены турбационные, погребенные, палеогидрогенные, посткарбонатные и другие ВГГ (типология по [28]). По сравнению с гипотезой палеоклиматогенного происхождения ВГГ, другие обоснованы слабее. В частности, это относится к гипотезам погребения ВГГ и турбационного их образования. Последняя из вышеназванных гипотез обсуждается меньше других. Отметим, что в случае погребения, например, флювиального, или турбаций, таких горизонтов может быть образовано несколько (второй, третий гумусовый горизонт и т. д.), поэтому применять к ним, и вообще к погребенным горизонтам, термин второй гумусовый горизонт можно лишь условно.

По цвету и составу ВГГ не соответствуют характеру современного педогенеза. С проблемой генезиса ВГГ тесно связана еще одна – проблема палеочерноземов, обнаруживаемых в пределах лесной зоны [39, 90]. По основной гипотезе происхождения и те, и другие относятся к палеоклиматогенным образованиям. Следует отметить, что в настоящее время существуют значительные противоречия в реконструкциях изменений педогенеза и биоклиматических условий в голоцене. Например, от полного отрицания таких изменений до однозначного следования схеме климатических периодов Блитта–Сернандера [36, 63]. В связи с этим представляется, что именно такие яркие реликты, как ВГГ и палеочерноземы, не свойственные характеру педогенеза лесной зоны, позволят существенно откорректировать представления об эволюции почв и среды в голоцене [3, 42, 43, 60, 88]. Проблематика, относящаяся к происхождению почв со ВГГ, велика и разнообразна. В предлагаемой работе будут затронуты следующие вопросы эволюции почв со ВГГ: история изучения, систематизация, гипотезы образования ВГГ, их распространение, современные свойства ВГГ (морфологические и аналитические). Значение палеопочв курганов, пойм и депрессий рельефа для выяснения прототипов ВГГ. Аналоги почв со ВГГ за пределами России. Стадии эволюции, возраст ВГГ, устойчивость гумуса и процессы деградации ВГГ.

**История изучения почв со вторым гумусовым горизонтом.** Рассматриваемый горизонт, называемый в настоящее время вторым гумусовым, был обнаружен в 1914 г. в профиле дерново-подзолистых почв Западной Сибири [16] и серых лесных почв Северного Кавказа [64, 65]. Затем ВГГ были найдены на Восточно-Европейской равнине [23, 57]. По данным на середину 1980-х гг. ареал почв с установленными ВГГ существенно расширился и занимал большие пространства от лесостепи до

подзоны средней тайги в пределах Западной и частично Средней Сибири, а на территории Восточно-Европейской равнины распространялся между севером лесостепной зоны и северной тайгой включительно [29, 57]. Еще позднее почвы со ВГГ были также идентифицированы на территории типичной и южной лесостепи центра Восточно-Европейской равнины [60].

Первоначально эти почвы назывались по-другому: вторичными подзолами [16], серыми лесными по чернозему [64, 65]. Для основного, северного ареала данных почв утвердилось название – вторично-подзолистые [23, 24]. Несмотря на естественные различия между ними, обусловленные географическими условиями: северные – неглубокие, предкавказские – глубоководные, их генезис независимо друг от друга был объяснен сходно – деградационными процессами, приведшими к разрушению верхней части гумусовых профилей ранее формировавшихся почв. В основе предложенных Драницыным и Яковлевым гипотез и названий лежат идеи об эволюции почв и почвенного покрова. Во время появления этих гипотез шло становление докучаевского генетического почвоведения, для которого представления о развитии почв во времени и их превращениях в связи с изменениями среды являются естественными. Подобные взгляды можно найти у Докучаева [14, 15] и других исследователей [18, 33, 34, 46, 79, 80].

Термин “второй гумусовый горизонт” появился позже, например, в работе [40]. Название ВГГ для данного феномена, по нашему мнению, не вполне удачное. Оно предполагает расширительное толкование признака и далеко выходит за пределы исходно выделенного объекта, а именно, почв лесного генезиса с унаследованным (остаточным) темным гумусовым горизонтом, сформированным в иных условиях (степных или луговых {steppe or grasslands}<sup>1</sup>). С появлением и утверждением термина ВГГ в системе почвенной классификации, происходило все более широкое его толкование, что позволило называть одним термином и унаследованные, и погребенные, и иллювиальные гумусовые (современные) горизонты, и геологические реликты иных эпох (не имеющих отношения к голоценовой эволюции наблюдаемых почв). Более подходящим было бы название данного горизонта, как остаточного-гумусового [17].

**Систематизация ВГГ и гипотезы образования.** Наиболее полная систематизация ВГГ дана в работах [28, 29]. К собственно ВГГ в этих работах отнесены унаследованные палеоклиматогенные почвенные образования. В настоящей статье бу-

<sup>1</sup> В фигурных скобках в тексте статьи даны рекомендуемые авторами для перевода на английский индексы горизонтов, названия почв в WRB, а также другие обозначения и понятия.

дуг рассмотрены происхождение и распространение почв со ВГГ, в первую очередь, с позиций первоначального понимания генезиса и эволюции этого образования – как палеоклиматического реликта (остаточного, унаследованного, связанного с деградацией верхней части исходного темноцветного горизонта). Подобные представления можно найти в работах [23, 25, 26, 41, 44, 53, 57].

Основываясь на этих представлениях можно дать следующее определение: ВГГ – это темноокрашенный горизонт, залегающий в профиле дерново-подзолистых, серых (Retisols, Luvisols) и некоторых других почв в пределах элювиального горизонта (EL), и/или в верхней части иллювиального горизонта (BT), на глубинах от 15–25 до 70–80 см, иногда до 100 см, непогребенный, остаточный, унаследованный от исходного горизонта AU черноземов или темногомусовых почв (Chernozems, Phaeozems), представленный устойчивыми формами гумуса, отличающимися от современных более светлых гумусовых горизонтов АУ, сформированных под лесом.

На первом этапе изучения почв со ВГГ были выделены две основные стадии их формирования (степная и лесная), но возраст данных почв определялся предположительно. Впоследствии эти стадии были привязаны к этапам развития природной среды голоцена, чему способствовало развитие палеогеографии, представлений о возрасте почв и методов их датирования [9, 58, 62, 98]. Первоначально палеопедологические данные имели большое значение при построении схем эволюции среды в голоцене [9]. Большую роль в них играли результаты изучения почв с реликтовыми темноцветными горизонтами, но затем основное место заняли методы палеоботаники и другие в связи с развитием методического аппарата и технологий [38, 48, 58, 71, 74].

Число работ, посвященных почвам со ВГГ, чрезвычайно велико, поэтому в рамках одной статьи возможно упомянуть только самые значимые. Высказываются различные гипотезы генезиса этого реликтового признака. В большинстве работ ВГГ интерпретируются как реликтовые остаточные палеоклиматогенные образования [3, 11, 13, 16, 19, 23–25, 33, 41–43, 46, 47, 54, 60, 64, 65]. Иногда генезис остаточных горизонтов объясняется изменениями гидрологического режима, вызванными развитием рельефа или тектоническими движениями [31, 40, 56]. В ряде работ ВГГ рассматривается как погребенный реликт [36, 49].

Близкой к рассматриваемой нами, является проблема голоценовых черноземов, часто обнаруживаемых в пределах лесной зоны, например, черноземов Владимирского ополья [37, 39, 52]. В ареалах лесных почв (Luvisols) палеочерноземы найдены и в Центральной Европе [88, 90]. Там, как в нашей стране, черноземы обнаружены под

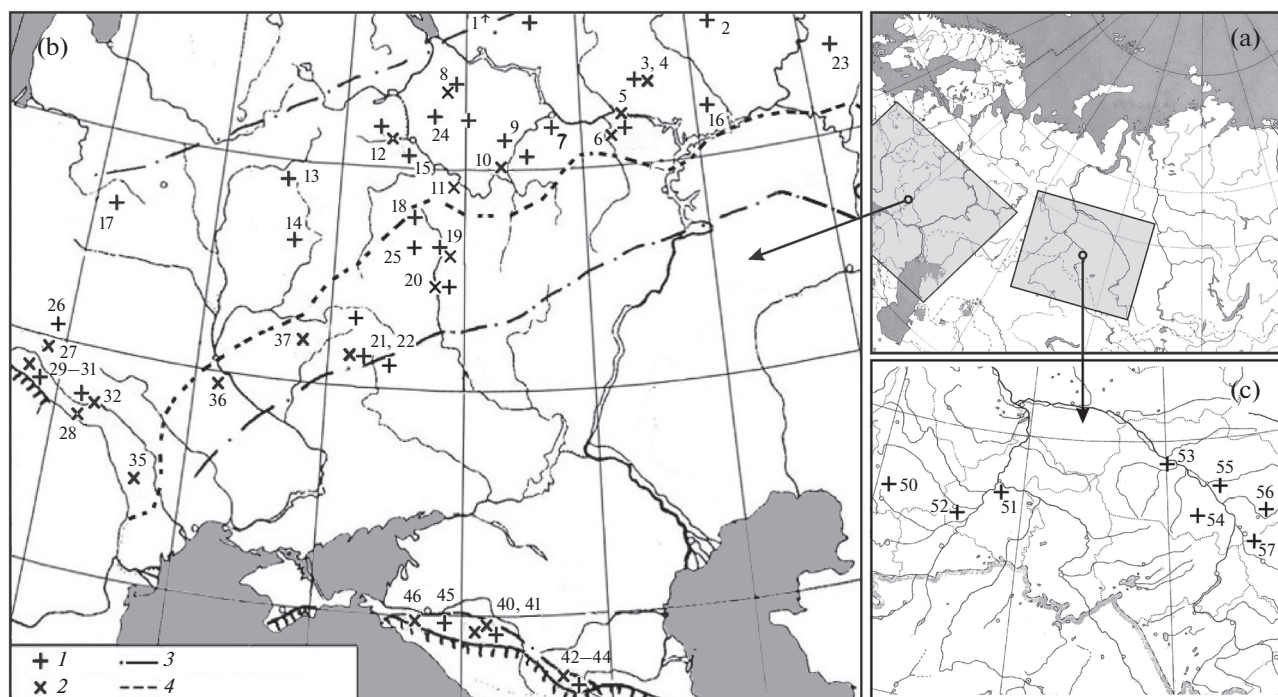
курганами неолита и бронзы, ныне находящимися под лесом [3, 60, 78, 83, 86]. Данные почвы имеют большое значение для понимания истории педогенеза в голоцене и, в частности, показывают прототипы (термин [44]), послужившие основой для образования почв со ВГГ и позволяют выявить характер эволюции исходных черноземов в почвы со ВГГ.

Отметим, что несмотря на длительное исследование почв со ВГГ, в проблеме их генезиса, как и в вопросах эволюции почв на границе между лесом и степью, остается много дискуссионного. С появлением альтернативных гипотез генезиса ВГГ интерес к данной проблеме в целом снизился, что, очевидно, связано с увеличением сложности проблемы и невозможностью ее решения на основании использования традиционных методов исследования. По нашему мнению, для получения более определенных результатов необходимо привлечение методов смежных наук: палеопочвоведения, палеогеографии, археологического почвоведения [22, 51].

**Распространение ВГГ.** ВГГ обнаруживаются на обширных территориях [57] в разных климатических условиях. Распространение остаточных ВГГ ограничено биоклиматическими и литологическими факторами, первые из которых обусловили общие закономерности формирования ВГГ, а вторые – различную сохранность горизонта на региональном и локальном уровне.

1. Биоклиматические факторы. Температура и количество осадков в ареале распространения почв со ВГГ различаются, но соотношение между температурой и атмосферными осадками близкое, в ландшафтном отношении соответствующее переходу от леса к степи. Ареал распространения ВГГ протягивается в виде широкой полосы вдоль южной границы лесной зоны, через Восточно-Европейскую равнину и Западно-Сибирскую низменность и, в виде отдельных островов, до Дальнего Востока [57]. Вторая, более узкая, полоса проходит вдоль предгорий Северного Кавказа (рис. 1).

2. Условия литологии и рельефа играют большую роль в появлении и сохранении ВГГ. Данные горизонты встречаются в основном в почвах, сформированных на покровных суглинках и лёссах. Только в единичных случаях ВГГ могут быть обнаружены на моренах и суглинистом аллювии, а в почвах на песках не встречались. Также большие сложности в изучении ВГГ и палеочерноземов возникают при малой мощности суглинков, их подстилами песком или красноцветными породами. Сохранность ВГГ также зависит от условий рельефа, определяющих гидрологический режим почв, и от гранулометрического состава. Например, исследования в Новосвободной (Адыгея), показали, что сохранность ВГГ



**Рис. 1.** Распространение ВГГ и темноцветных палеопочв (по материалам авторов и из ряда иных источников): а – основные территории исследования; б – Восточно-Европейская равнина; с – Западно-Сибирская низменность. 1 – ВГГ; 2 – погребенные черноземы и темногумусовые почвы; 3 – ареал ВГГ; 4 – граница между лесом и лесостепью. Цифры на карте: 1 – Тотьма [28], 2 – Яранск, 3 – Алеєво, 4 – Прокопьево, 5 – Виловатово, 6 – Атликасы, 7 – Нижний Новгород, 8 – Ростов Великий, 9 – Муром, 10 – Ижевское, 11 – Рязань, 12 – Ранис, 13 – Смоленск, 14 – Ростиславль (данные Долговой), 15 – Подольск, 16 – Малмыж, 17 – Новогрудок, 18 – Куликово поле, 19 – Перехваль, 20 – Воронеж, 21 – Борисовка, 22 – Шебекино, 23 – Кунгур [23], 24 – Тириброво, 25 – Ефремов, 26 – Подгорцы, 27 – Сарники, 28 – Садгора, 29 – Дашава, 30 – Трускавец (данные Sulimirski, 1968), 31 – Н. Струтин, 32 – Троян вал, 35 – Кодры, 36 – Круглик, 37 – Ромны, 40 – Новосвободная, 41 – Богатырска поляна, 42 – Нальчик (данные Куликова), 43 – Урвань, 44 – Чикола, 45 – Вочепший, 46 – Азовская, 50 – Екатеринбург, 51 – Тобольск, 52 – Тюмень, 53 – Васюган [24], 54 – Андарма [24], 55 – Кеть [24], 56 – Чулым [25], 57 – Томск.

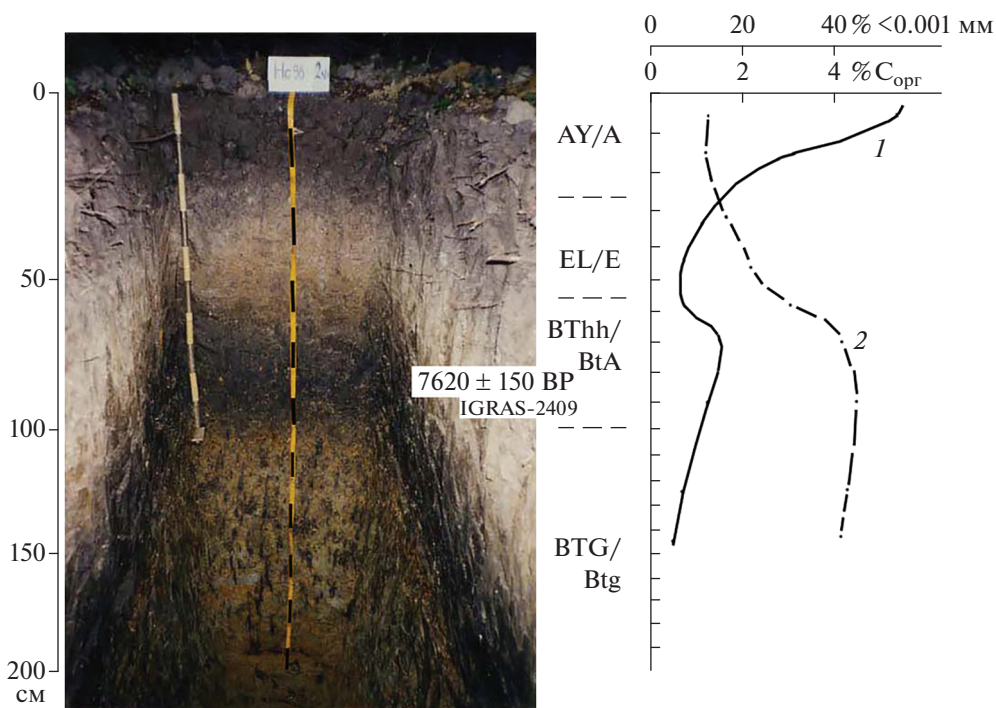
усиливается в почвах на участках с более тяжелыми породами, в профиле которых органо-минеральные связи становятся более прочными, а также на участках с ослабленным дренажом, в пределах которых даже небольшое усиление анаэробных условий ослабляет микробное разложение ОВ почвы [3]. При близком подстилании почв литогенными карбонатами устойчивость гумуса увеличивается еще больше.

В пределах обширного ареала ВГГ (Восточно-Европейская равнина, Западная Сибирь и Северный Кавказ) максимальная степень его выраженности характерна для светло-серых и серых лесных почв, к северу и югу от их ареала ВГГ выражены слабее – в зонах дерново-подзолистых и подзолистых почв ВГГ светлеют и постепенно выклиниваются, а в подзонах черноземов глинисто-дифференцированных (оподзоленных и выщелоченных) ВГГ не виден, так как унаследованный гумусовый горизонт включается в состав современного гумусового профиля [35]. Надо отметить, что не только на периферии ареала ВГГ, но и в пределах основного его ядра, в пределах широкой полосы от

Прикарпатья до Енисея, распространение ВГГ не сплошное, а прерывистое, что связано с неоднородностью факторов его образования и деградации.

В пределах большой территории, на которой распространены почвы со ВГГ, биоклиматические условия различаются существенно. Это определило разнообразие исходных темноцветных почв, и произошедших от них ВГГ. На севере ареала, где в соответствии с условиями климата деятельность биоты ослаблена, исходные темноцветные горизонты были неглубокими, поэтому и ВГГ лежат близко от поверхности. Так, в подзолистых почвах Вологодской области, они появляются в виде пятен уже на глубине 6 см [28]. Наоборот, в южных регионах они залегают значительно глубже – во втором полуметре (рис. 2), что согласуется с мощными исходными черноземами [4]. Причем, географически обусловленные различия проявляются не только в мощности ВГГ и прототипов, но в их возрасте.

Кроме собственно остаточных климатогенных ВГГ, возраст и глубина которых соответствуют



**Рис. 2.** Радиоуглеродный возраст, содержание гумуса (1) и фракции ила (2) в профиле серой почвы со ВГГ. Новосвободная, Северный Кавказ.

географии факторов и процессов их формирования, имеются погребенные и турбационные варианты, распространенные локально, их возраст и глубина могут быть разными.

**Современные свойства ВГГ.** ВГГ, истинные, палеоклиматогенные, могут быть охарактеризованы комплексом морфологических и физико-химических свойств. Анализ собственных и литературных источников показывает, что данные ВГГ залегают в строго определенных стратиграфических условиях: в светлом материале гор. EL, чаще в нижней части этого горизонта, а в случае мощных исходных гумусовых горизонтов и в верхней части гор. BT [25, 43]. В Предкавказье темные, хорошо сохранившиеся ВГГ залегают глубоко, в горизонте BT 60–100 см. Однако здесь следы темноцветного гумуса, сильно деградированного, видны выше в пределах нижней части гор. EL. Часто плохо сохранившиеся варианты ВГГ характеризуются пятнистостью гумусовой прокраски. Помимо темного цвета той или иной степени насыщенности, другие морфологические свойства исходного гумусового горизонта: комковатая структура, плотность, новообразования – не сохранились. Современные свойства ВГГ соответствуют тем горизонтам современного профиля, в пределах которых он располагается [25, 41, 44].

В связи с длительным залеганием ВГГ в агрессивной (кислой) среде в пределах верхней части профиля подзолистых, дерново-подзолистых и

других почв с текстурно-дифференцированным профилем (в горизонте EL, или в верхней части горизонта BT), не только морфология, но и физико-химические свойства сильно трансформированы. Обычно это повышенная кислотность, пластинчатая или плитчатая структура в пределах горизонтов AEL, EL, ELB и ореховато-призматическая в горизонте BT. В микростроении ВГГ сохранились сгустки темной окраски, относящиеся к гумусу типа мулль, располагающиеся в осветленной массе элювиальных горизонтов AEL, EL, ELB, BEL [12, 30]. Степень трансформации исходных темноцветных почв очень высокая. Изменены даже такие устойчивые свойства, как мощность горизонтов, валовой и гранулометрический состав. Исследование палеопочв, располагающихся на большей глубине, чем ВГГ, показало, что в них полностью меняются только малоустойчивые свойства и признаки (рН, обменные катионы, содержание солей и педогенных карбонатов) [2]. Сохранность гумусовых горизонтов лучше, она зависит от генетического типа почвы. Серогумусовые горизонты, характерные для дерново-подзолистых и серых почв, разрушаются быстро, за сотни лет. Большой устойчивостью выделяются темногумусовые горизонты, особенно Са-гумусовые горизонты черноземов, однако и они в отдельных случаях деградируют. Исследуемые темноцветные ВГГ, обладающие высокой степенью устойчивости ОВ, сходны по этому пока-

зателю с гумусовыми горизонтами черноземов. Несмотря на чрезвычайно высокую степень устойчивости ВГГ, они меняются, в частности, под действием процессов элювиирования в пределах горизонта EL, и вымывания гумусово-глинистого материала в горизонт ВТ [25]. Локально ВГГ разрушаются под действием турбаций, связанных с вывалами деревьев.

В результате деградации ВГГ содержание в нем  $S_{орг}$  уменьшается и, несмотря на темную окраску, часто не превышает значений в светлоокрашенном элювиальном горизонте [25]. Это связано с потерей малоустойчивых фракций органического вещества (ОВ) и сохранением устойчивых фракций, которые даже при невысоком содержании обеспечивают темную окраску горизонта (вероятно, из-за наличия гуминов). Несмотря на такое уменьшение содержания  $S_{орг}$ , что указывает на сильную трансформацию ОВ, при датировании образцов гуминовых кислот (ГК) подобных деградированных горизонтов часто получают древние радиоуглеродные даты, близкие к таковым для нормальных ВГГ. По данным наших исследований, большое значение в сохранении ВГГ имеют оксиды железа, которые, как и кальций, формируют прочные связи ОВ с минеральной частью почвы. Однако увеличение влажности и оглеенности профиля приводит к разрушению этих связей, к оттоку железа и потере гумусовой прокраски. При сильной деградации горизонта содержание гумуса и азота в нем сокращается до значений, близких к таковым в горизонтах EL, ELB и ВТ. При этом сохраняется неяркая гумусовая прокраска, имеющая пепельный оттенок. Отметим, что такой важный вопрос, как изменения состава гумуса ВГГ, изучен пока недостаточно и требует привлечения новых методов исследования.

В соответствии с залеганием на переходе от элювиального к иллювиальному горизонту текстурно-дифференцированных почв, гранулометрический состав ВГГ меняется вниз по профилю от сильнообедненного фракцией ила к слабообедненному, часто с морфологически выраженными явлениями иллювиирования. Изменения гранулометрического состава и других свойств происходят и в нижележащих горизонтах почвы. В результате выщелачивания карбонатов и последующего лессиважа исходный горизонт ВСА стал бескарбонатным, в нем сформировались мощные глинистые кутаны, накопилось большое количество ила, и на его месте сформировался горизонт ВТ. Содержание ила в нем в 2 раза больше, чем в новообразованном элювиальном горизонте. Также здесь постепенно стираются и палеокротовины, но в большинстве случаев их устойчивость выше, чем собственно ВГГ.

Состав гумуса ВГГ дерново-подзолистых почв со временем нередко меняется на фульватный, но

при этом сохраняется высокая доля второй фракции ГК [8, 25, 27]. Во многих случаях по составу ОВ ВГГ могут быть отнесены к классу гуматно-кальциевых [27]. Подобные свойства ОВ характерны для горизонта АУ черноземов, и не характерны для актуальных гумусовых горизонтов АУ дерново-подзолистых и других почв, формирующихся в пределах лесной зоны.

Радиоуглеродный возраст ВГГ — важнейший признак, подтверждающий реликтовость горизонта и позволяющий представить историю развития почв в голоцене [11, 12, 17, 28, 42]. Радиоуглеродное датирование фракций ОВ ВГГ показало закономерное увеличение возраста от первой фракции гуминовых кислот ко второй и далее к третьей [43, 44]. Следует отметить случаи существенного омоложения гумуса, особенно если ВГГ залегает неглубоко и сильно деградирован. В разрезе 2-71 (демонстрировался В.О. Таргульяном на экскурсии X международного конгресса почвоведов), на уровне горизонта EL2-ELB реликтовый ВГГ сохранился слабо, возраст гуминовых кислот составил  $4440 \pm 30$  л. н. {BP} (ИГАН-65). В расположенном рядом разрезе 2-71а ВГГ сохранился лучше, возраст ГК здесь заметно больше —  $5860 \pm 60$  л. н. (ИГАН-64) [2]. В районе Тобольска степень омоложения ГК выше и разница между датами, полученными из слабо- и хорошо сохранившихся ВГГ еще больше:  $1910 \pm 120$  и  $3340 \pm 80$  л. н. (Ki-19279, 19280). В целом радиоуглеродные даты показывают возраст ГК сохранившейся более древней нижней части исходного гумусового горизонта, однако ГК здесь часто омоложены в связи с неглубоким залеганием ВГГ. При этом степень омоложения дат невелика и основной их массив подтверждает отнесение ВГГ к среднему, а иногда, и к раннему голоцену.

Известно, что  $^{14}C$  даты, полученные по ОВ почвы (по гуминовым кислотам или по общему ОВ), не показывают времени начала почвообразования, а в случае палеопочв — времени ее погребения. Они показывают mean residence time — среднее время пребывания углерода в почве [92]. Поэтому радиоуглеродные даты, полученные по ВГГ, и даже группы таких дат всегда моложе времени начала этапа формирования данных горизонтов. Более точно время формирования темноцветных прототипов ВГГ может быть определено по результатам изучения погребенных почв.

Важным признаком, позволяющим охарактеризовать условия педогенеза, являются палеокротовины [93]. В некоторых случаях в почвах со ВГГ обнаруживаются ходы, принадлежащие слепышам или другим степным грызунам-землероям [67]. Они имеют большие размеры и залегают глубоко, что характерно для почв степных регионов [94]. В более полном виде подобные ходы представлены в погребенных черноземах и других па-

леопочвах, связанных с почвами, имеющими ВГГ [69, 76]. В некоторых случаях в горизонтах ВТ дерново-подзолистых почв обнаруживаются палеокротовины, заполненные темноцветным материалом ВГГ, хотя сам ВГГ уже сильно разрушен [2]. Так, по кротовине из профиля подобной почвы (бассейн Малой Истры) получена дата  $7570 \pm 40$  (ИГАН-402).

**Исходные почвы — прототипы ВГГ.** Реконструкция исходных почв, послуживших основой для образования ВГГ, — сложная задача. С целью ее решения детально изучались как сами ВГГ, так и особенности их нахождения в почвенном профиле и почвенном покрове [17, 24, 25, 41, 43]. Установлено, что прототипом ВГГ могли быть разные почвы, составлявшие неоднородный исходный почвенный покров, но все они характеризовались темными гумусовыми горизонтами (табл. 1). Для реконструкции исходных почв использовали данные по глубине залегания нижней границы ВГГ, а также по вариациям этой глубины по катенам и элементам почвенного покрова [25]. В итоге к числу прототипов были отнесены: черноземы и серые лесные почвы, дерновые, темногумусовые или условно названные — темноцветные почвы, а также лугово-черноземные и луговые почвы [25, 44]. Несомненно, что в исходном почвенном покрове, послужившем основой для формирования почв со ВГГ, присутствовали не только почвы, сформированные в автономных мезоморфных условиях — черноземы, темногумусовые {Phaeozem}, темно-серые [2, 25–27, 43, 60, 61]. Видимо, в понижениях рельефа уже на ранних этапах эволюции, создавались условия гидроморфизма, и как в настоящее время среди черноземов встречались черноземы квазиглеевые (черноземно-луговые почвы). Подобные варианты почв, соседствующих с дерново-подзолистыми и серыми почвами, содержащими ВГГ, изучены [25, 26, 43, 44].

Вместе с тем имеются представления о преимущественно палеогидроморфном происхождении ВГГ [17, 31]. В частности, в подтверждение гипотезы палеогидроморфного происхождения прототипа ВГГ приводятся данные фитолитных исследований ВГГ [7]. По нашему мнению, сохранение фитолитов в течение тысячелетий на уровне ВГГ, которые лежат неглубоко, практически у поверхности почвы, представляется маловероятным. Скорее всего, обнаруженные автором фитолиты относятся к последней стадии педогенеза, имевшей место в позднем голоцене. Их накоплению способствовало похолодание и увлажнение климата данного периода, и связанное с этим активное распространение болот в Западной Сибири и на других территориях [26]. О возможности быстрых трансформаций фитолитного профиля почв со ВГГ свидетельствуют данные, полученные на основе сравнительного анализа фитолитов погребенных темносерых почв бронзового века и фоновых

дерново-подзолистых почв со ВГГ (средняя Волга), а также почв, погребенных под валами городища железного века на верхнем Дону [10]. Материалы, приведенные в [10, рис. 2 и 3] наглядно показывают, что за относительно короткое время (сотни лет) фитолитные спектры не только в поверхностных горизонтах, но и на уровне ВГГ могут полностью перестраиваться.

Длительное изучение почв со ВГГ не привело к решению проблемы их генезиса. Вероятно, реконструировать прототип ВГГ на основании изучения только современного профиля, включающего всего один реликтовый горизонт, выделяющийся только по цвету, а иногда по содержанию и составу гумуса, даже применяя большой комплекс методов, сложно. ВГГ лежит на небольшой глубине и подвергается длительному интенсивному воздействию процессов актуального педогенеза, в результате чего, несмотря на всю устойчивость гумуса, сохранилась только нижняя часть исходного горизонта AU, а в отдельных случаях связанные с ним палеокротовины. Данные определения возраста ВГГ по  $^{14}\text{C}$  ОВ почвы не всегда однозначны. Иногда датировки по ГК достигают раннего голоцена [43, 44], иногда даты сильно омоложены. В связи с неглубоким залеганием ВГГ в нем не сохраняется пыльца и другие компоненты, исследование которых могло бы служить основой для проведения палеореконструкций. Поэтому большую роль должны сыграть палеопочвы, погребенные под курганами, другими насыпями или под аллювием, позволяющие исследовать исходный почвенный профиль во всей его полноте, а также получать даты, искаженные в меньшей степени. При большой глубине погребения таких почв хорошо сохраняются исходные морфологические и физико-химические свойства, угли, а иногда пыльца и др. [67, 83, 86].

**Изменения биоклиматических условий в голоцене и ВГГ.** Изменения педогенеза в голоцене во многом были связаны с изменениями биоклиматических условий [63]. Изменения климата в голоцене были не столь велики и не вызывали таких масштабных изменений среды, как в плейстоцене. Вместе с тем однозначно выделяются изменения общего характера, представленные потеплением в раннем голоцене, термическим максимумом около 5–6 тыс. л. н. и похолоданием в позднем голоцене. Общий характер изменений климата отражен на схемах [58, 59]. Согласно этим данным, максимум температур приходится на вторую половину атлантического периода, а максимальное увлажнение — на последнюю четверть голоцена. Кроме того, выявляются колебательные изменения температур и существенные региональные различия, в частности отличия в изменениях количества осадков на территории Восточно-Европейской равнины по сравнению с севером Западной Европы, для кото-

**Таблица 1.** Почвы со ВГГ, их возраст, природные условия и связанные с ними погребенные почвы археологических памятников (курганов и валов гордищ)

Местоположение изучаемых участков	Современные биомы. Среднегодовая температура (°С) и осадки (мм/год)	Современные почвы, глубина ВГГ, см	Палеопочвы, название, глубина*, см	<sup>14</sup> C возраст реликтового ВГГ (гп) и палеопочвы (р), л. н. {BP}, некалиб. (лаб. индексы см. табл. 2)	Реконструированный возраст темной стадии, калиб.	Источник
Восточно-Европейская равнина						
Тотьма, Вологодская обл.	Средняя тайга +2,6, 615	Подзолистая 6–22	Аккумулятивно-гумусовая**	7990 ± 150 <sup>гп</sup>	Ранний голоцен [28]	
Яранск, Кировская обл.	Южная тайга, +2,9, 600–620	Дерново-подзолистая, 14–24 (30)	Темногумусовые**	5530 ± 160 <sup>гп</sup> 7630 ± 390 <sup>гп</sup> 8630–6500 <sup>гп</sup>	10–5 тыс. л. н. {ка BP} [43]	
Алеево, Марий-Эл, курганы 4000***	Южная тайга–подтайга, +3, 550	Дерново-подзолистая, 9–18	Серая к темно-серой**** с карбонатным гор., 0–23	–	10–4 тыс. л. н. [3]	
Вилатово, Горномарийский р-н Марий-Эл, курганы 4000	Широколиственные леса +3,1, 550	Дерново-подзолистая, 20–40	Темно-серая**** с карбонатным гор., 0–43	6440 ± 150 <sup>гп</sup> 5550 ± 150 <sup>р</sup> 8190 ± 90 <sup>р</sup>	10–4 тыс. л. н. [3]	
Атликасы, Чувашская республика, курган бронзы, около 4000	Широколиственные леса–лестепь, +3, 540	Серая, 20–40(60)	Чернозем глинисто-иллювиальный, 0–60	–	12–2 тыс. л. н. [3]	
Ижевское, Рязанская обл. Курган бронзы, около 4000	Широколиственные леса, +4, 500–520	Серая, 45–60	Чернозем, 0–65	5690 ± 110 <sup>р</sup> 5830 ± 110 <sup>р</sup>	8–4 тыс. л. н.	Александровский, неопубл. данные
Борисовка, Белгородская обл., городище, вал 2350	Лесостепь. +7, 600	Серая 25–55	Чернозем, 0–40	6080 ± 150 <sup>р</sup>	>10–1.7 тыс. л. н.	[76]



Таблица 1. Окончание

Местоположение изучаемых участков	Современные биомы. Среднегодовая температура (°С) и осадки (мм/год)	Современные почвы, глубина ВГГ, см	Палеопочвы, название, глубина*, см	<sup>14</sup> С возраст реликтового ВГГ (t <sub>rh</sub> ) и палеопочвы (p), л. н. {BP}, некалибр. (лаб. индексы см. табл. 2)	Реконструированный возраст темной стадии, калибр.	Источник
Западная Сибирь						
Тобольск	Южная тайга, -1, 480	Дерново-подзолистая, 15-30	Темногумусовая <sup>2</sup>	3340 ± 80 <sub>t<sub>rh</sub></sub>	10-4(2) тыс. л. н.	Юргаев, неопубл. данные [25, 26]
Томск	Подтайга, -1, 560	Дерново-подзолистая, 30-50	Черноземы, серые лесные, луговочерноземные и др. <sup>2</sup> , от 28 до 58 <sup>2</sup>	4000-8600 <sub>t<sub>rh</sub></sub> <sup>14</sup> С возраст (некалибр.)	10-4 тыс. л. н.	
Прикарпатье						
Сарники, курган, около 3500	Широколиственные леса +7, 800	Серая 35-85	Чернозем, 0-60	5320 ± 120 <sub>t<sub>rh</sub></sub>	>10-4 тыс. л. н.	Александровский, неопубл. данные [3]
Троян вал, городище 2350	Лесостепь. +9, 715	Серая 35-85	Чернозем, 0-85	5030 ± 120 <sub>t<sub>rh</sub></sub> 3420 ± 70-7650 ± 120 <sub>p</sub>	>10-<2	
Северный Кавказ						
Новосвободная, Адыгья. Курганы 5000-5300	Широколиственные леса, +10, 800	Серая 50-100	Чернозем, 0-85	7130 ± 40 <sub>t<sub>rh</sub></sub> 6455 ± 100-9785 ± 580 <sub>p</sub>	12-4	[69]
Богатырская поляна. Адыгья. Вал городища, 2300	Широколиственные леса, +9, >800	Серая, 60-100	Чернозем глинистоиллювиальный (деградированный), 0-100	-	12-<2	Александровский, неопубл. данные
Урвань, Кабардино-Балкария. Курган бронзы, около 4000	Лесостепь +9.5, 850	Серая <83	Чернозем, 0-55	-	12-<2	[4]

\* Глубина залегания гор. А + АВ (от поверхности погребенной почвы).

\*\* Реконструировано по ВГГ.

\*\*\* Возраст курганов и городищ в годах.

\*\*\*\* Со ВГГ.

Примечание. t<sub>rh</sub> — по реликтовому гумусовому горизонту; p — по палеопочве.

рого была составлена климатическая схема Блитта–Сернандера [1, 5, 9].

До появления и распространения данной схемы представления об эволюции природной среды голоцена Европы были другими, они во многом основывались на результатах изучения почв с реликтивными темноцветными горизонтами. По данным исследований на территории Восточной Европы предполагалось, что во время термического максимума уменьшалась влажность климата, почвы с мощными темными горизонтами продвигались к северу, а в течение позднеголоценового похолодания климат стал более гумидным, что вызвало смещение природных зон к югу [9]. По данным палинологов, полученным в основном по торфяникам и озерным отложениям, следы присутствия степной или лесостепной растительности в пределах современной зоны распространения ВГГ, встречаются реже. Можно упомянуть работы [38, 48]. В работе [38] приводятся данные о двух периодах приближения лесостепной растительности к бассейну Северной Двины (современная средняя тайга) в среднем голоцене.

Сходные схемы изменения почв и ландшафтов были распространены в Западной Европе [82, 89, 100, 101], но затем схема Блитта–Сернандера стала основной. В настоящее время представления о засушливом “черноземном” термическом максимуме голоцена развиваются в основном на основе палеопедологических исследований [81, 90]. Отметим, что в Северной Америке схема Блитта–Сернандера поддержки не получила, и основными оставались представления о пониженной влажности климата в период среднеголоценового термического максимума [73, 74].

**Значение палеопочв для понимания эволюции почв со ВГГ.** На территории Восточно-Европейской равнины, в ареале ВГГ – на Средней Волге, в Прикарпатье и Предкавказье, в пределах современных лесных ландшафтов с хорошо развитыми дерново-подзолистыми и серыми почвами, встречаются черноземы и иные почвы с темноцветными гумусовыми горизонтами, погребенные под курганами, валами городищ, под аллювием и другими отложениями голоцена.

В табл. 1 и 2 приведены пары, представленные погребенной и фоновой со ВГГ почвами, изученными на территории средней полосы Восточно-Европейской равнины, в Предкарпатье и Предкавказье. Помимо приведенных данных имеются и другие [3, табл. 16]: средняя Волга – Прокопьево, Юваново, городища раннего железного века (РЖВ) на средней Волге: Ернур, Юваново; Ромны; Прикарпатье – Дашава, городища РЖВ: Струтин и др.; Кодры – городище РЖВ; Предкавказье – Вочепший, Чикола, Азовская и др.). Эти почвы сформированы преимущественно на суглинках – лёссовидных, реже аллювиальных, на сходных

элементах рельефа. Это важно, так как данные породы характеризуются пространственной однородностью, поэтому почвы на них сопоставимы и отражают изменения среды во времени. На других породах сопоставление фоновых и погребенных почв осложняется вариабельностью почвенного покрова и малой чувствительностью почв к изменениям биоклиматических условий.

Сравнительное исследование погребенных и фоновых почв, приведенных в табл. 1 и 2, показало следующее:

– В результате проведения нивелировок уровень поверхности почв под курганами и валами городищ, соответствовал уровню окружающей (фоновой) территории [3]. Следовательно, уровень поверхности почв в голоцене был стабильным, это опровергает гипотезу погребения ВГГ под некими плащами на больших территориях. Ранее к выводам о стабильности поверхности почв в голоцене на основании нивелировки поверхности погребенных почв большого числа курганов пришел Золотун [20].

– Радиоуглеродный возраст погребенных почв в рассматриваемых парах, обычно старше, чем ВГГ. Даты палеопочв относятся к атлантическому, а в некоторых случаях к бореальному и даже к пребореальному периодам голоцена.

– Во всех случаях погребенные почвы (прототипы ВГГ) представлены более “эвтрофными” (ксероморфными) вариантами, чем почвы со ВГГ. Поэтому имеющиеся предположения о преобладающем гидроморфном генезисе прототипов ВГГ не подтверждаются.

– Почвы, залегающие под курганами и валами, представлены темногумусовыми горизонтами и обычно содержат высоко залегающий карбонатный горизонт, тогда как фоновые почвы – серогумусовые обычно выщелочены от карбонатов глубоко или очень глубоко, а на месте горизонтов ВСА в их профиле лежат новообразованные горизонты ВТ.

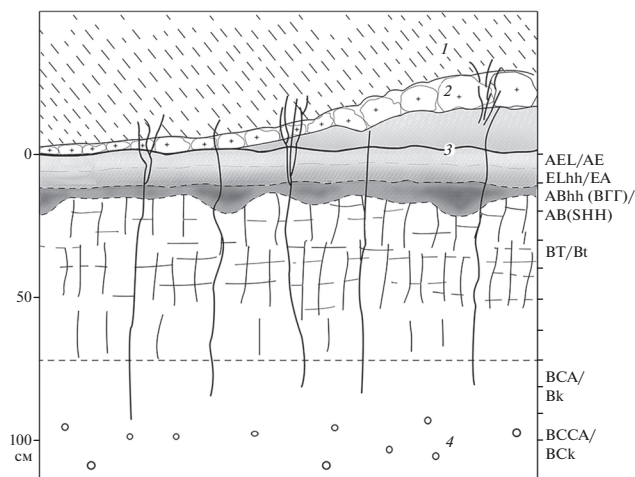
– Мощность прогумусированной толщи погребенных почв часто меньше, чем глубина нижней границы ВГГ. Это обусловлено переносом гумусово-глинистого материала из верхней части исходного горизонта А в нижнюю, а также тем, что по сравнению с погребенной почвой, прекратившей свое развитие, фоновые почвы некоторое время продолжали развиваться по черноземному типу и увеличиваться по мощности.

На основе данных табл. 1 и 2 можно провести сравнительный анализ ВГГ с погребенными почвами, представляющими их прототип.

Особое значение имеют курганы, расположенные в предгорьях Северного Кавказа у станицы Новосовободной в урочище Клады [3, 4]. Они находятся на высоте 500–700 м над ур. м. Большие курганы Кладов имеют высоту до 10 м. Их возраст

Таблица 2. Свойства и возраст палеопочв, связанных с изученными ВГГ (табл. 1), и реконструированные природные условия

Местоположение палеопочвы	Палеопочва, глубина, см	Фоновая почва со ВГГ	Дополнительные признаки палеопочв	<sup>14</sup> C возраст палеопочвы (р), лет назад	Лаб. индекс	Реконструированные биомы/современные биомы	Источник
Восточно-Европейская равнина							
Алево, Марий-Эл, курганы 4000	Серая к темной с карбонатным гор., 0–23	Дерново-подзолистая	Кротовины. Карбонаты с 70 см/в фоне > 250 см	—		Широколиственные леса/южная тайга	Александровский, неопубл. данные [3]
Виловаго, Горномарийский р-н Марий-Эл, курганы 4000	Темно-серая с карбонатным гор., 0–43	Дерново-подзолистая	Кротовины. Карбонаты с 80 см/в фоне > 270 см	5550 ± 150 <sub>p</sub> 8190 ± 90 <sub>p</sub> 6440 ± 150 <sub>th</sub>	ИГАН-604 ИГАН-602 ИГАН-605	Широколиственные леса/широколиственные леса–лесостепь	[3]
Атикасы, Чувашская республика, курган бронзы, около 4000	Чернозем глинисто-иллювиальный, 0–60	Серая со ВГГ	Кротовины. Карбонаты с 75 см/в фоне > 170 см	—		Лесостепь/широколиственные леса	[3]
Ижевское, Рязанская обл., курган бронзы, около 4000	Чернозем, 0–65	Серая со ВГГ	Кротовины. Карбонаты со 100 см/в фоне > 190 см	5690 ± 110 <sub>p</sub> 6590 ± 170 <sub>p</sub> 5100 ± 90 <sub>th</sub> 5960 ± 110 <sub>th</sub> 6080 ± 150 <sub>p</sub>	ИГАН-1216 Кі-19842, 19843, 19840	Степь/широколиственные леса	Александровский, неопубл. данные [76]
Борисовка, Белгородская обл., городище, вал 2350	Чернозем, 0–40	Серая со ВГГ	Кротовины. Карбонаты с 46 см/в фоне со 122 см		Кі-19109	Степь/лесостепь	[76]
Прикарпатье							
Сарники, курган бронзы, около 3500	Чернозем 0–60	Серая со ВГГ	Кротовины. Карбонаты со 105 см/в фоне > 370 см	5320 ± 120 <sub>th</sub>	ИГАН-1503	Лесостепь/широколиственные леса	Александровский, неопубл. данные [3]
Троян вал, городище 2350	Чернозем 0–85	Серая со ВГГ	Кротовины. Карбонаты с 90 см/в фоне со 125 см	3420 ± 70– 7650 ± 120 <sub>p</sub> 5030 ± 120 <sub>th</sub>	ИГАН-1060– 1057 ИГАН-1064	Степь/лесостепь	[3]
Северный Кавказ							
Новосвободная, Адыгея, курганы 5000–5300	Чернозем, 0–85	Светло-серая со ВГГ	Кротовины. Карбонаты с 85 см/в фоне > 150 см	6455 ± 100 <sub>p</sub> 9785 ± 580 <sub>p</sub> 7130 ± 40 <sub>th</sub> 7620 ± 150 <sub>th</sub>	ИГАН-1215 ИГАН-1154 ИГАН-1084, 2409	Лесостепь/широколиственные леса	[69]
Богатырская поляна, Адыгея. Вал городища, 2300	Чернозем деградированный, 0–100	Светло-серая со ВГГ	Кротовины. Карбонаты > 150	—		Лесостепь/широколиственные леса	Александровский, неопубл. данные [4]
Урвань, Кабардино-Балкария, курган бронзы, около 3500	Чернозем, 0–55	Серая	Кротовины. Карбонаты с 53 см/в фоне 83 см	—		Степь/лесостепь	[4]



**Рис. 3.** Серая почва со ВГГ, погребенная под курганом эпохи бронзы около 4000 л. н. (Марий-Эл, Прокопьево, южная тайга): 1 – насыпь, сложенная из материала горизонтов почвы серого, темно-серого и бурого цвета; 2 – бурый суглинок, выброшенный из могильной ямы; в левой части рисунка он маркирует поверхность палеопочвы; 3 – поверхность погребенной почвы; 4 – карбонатные конкреции.

по данным  $^{14}\text{C}$ -датирования относится к интервалу 5600–5200 калиб. л. н.<sup>2</sup> {BP} [45]. Современная растительность – дубово-буковые леса, почвы – серые с сильной текстурной дифференциацией профиля. Под курганами залегают черноземы средней мощностью 80 см, с хорошо сохранившимся карбонатным горизонтом и ходами слепышей. Даты получены по всему профилю черноземов:  $6050 \pm 170$ – $9785 \pm 580$  (ИГАН-1946, 1154). В фоновых серых почвах встречаются ВГГ той или иной степени сохранности, залегающие на глубине 60–100 см. Даты по гумусу ВГГ соответствуют нижней части профиля черноземов, но с признаками некоторого омоложения –  $7130 \pm 40$ ,  $7620 \pm 150$  (ИГАН-1084, 2409). Рядом с Кладами, на Богатырской поляне исследован чернозем глинисто-иллювиальный (деградированный), погребенный под валом городища около 2300 л. н. В момент погребения чернозем находился в начале стадии деградации и уже имел маломощный горизонт EL. Ниже, на подгорной равнине с высотами <200 м (Майкоп, Кужора), на переходе к лесостепи, гумусовые горизонты исходных черноземов были еще мощнее, чем в Новосвободной, их деградация под лесом началась позже. Поэтому в фоновых темносерых почвах, элювиальная часть профиля тоньше (30 см), а ВГГ мощнее и достигает глубины 130–150 см.

<sup>2</sup> Возраст объектов и стадий дан в калиброванной (календарной) шкале времени. Калибровка дат выполнена по данным IntCal20 [95] с использованием программы OxCal 4.2 [75]. Имеющиеся в тексте собственно даты по  $^{14}\text{C}$  даны в радиоуглеродной шкале времени.

Восточнее, в центральной части Северного Кавказа изучены погребенные черноземы ряда курганов в Урвани, Чиколе. Направленность эволюции почв та же, но климат более континентальный и засушливый, поэтому мощность черноземов и глубина залегания ВГГ уменьшаются.

Сходные черноземы обнаружены в Прикарпатье под курганами эпохи бронзы (Сарники, Дашава, современные буковые леса), тогда как под валами городищ раннего железного века (РЖВ) – Нижний Струтин и др., почвы обычно представлены серыми с хорошо развитыми осветленными горизонтами EL. Таким образом, здесь в условиях лесной зоны смена черноземов на текстурно-дифференцированные почвы произошла около 4000 л. н. [3]. Южнее, в лесостепи (Окопы, долина Днестра) исследования чернозема, погребенного 2350 л. н. под валом РЖВ (Троян вал), показывают, что здесь эта смена произошла позже, в последние 2000 лет. В фоновых серых почвах обнаруживается хорошо развитый ВГГ (35–85 см) и ходы землероев, сходные со слепышинами погребенных черноземов.

Несколько курганов с темноцветными палеопочвами изучены в ареале дерново-подзолистых и серых почв со ВГГ на Средней Волге, в пределах Чувашии и Марий-Эл [3]. В Атликасы курган бронзы расположен в ареале серых почв, ВГГ лежит на глубине 20–40(60) см. Под ним погребен чернозем глинисто-иллювиальный (оподзоленный) (Phaeozem) горизонт AU – 60 см, карбонаты определяются с 75 см. Севернее, в ареале дерново-подзолистых почв, изучено три кургана, под которыми погребены почвы со ВГГ и высокозалегающим карбонатным горизонтом: в Виловатово – темно-серые, горизонт AEL темный; ВГГ темный, хорошей сохранности, 15–43 см (рис. 3, 4). В Алево и Прокопьево – погребены светло-серые почвы, горизонт AEL светлый, ВГГ темный, 7–23 см. Более молодые почвы и погребенные около 2 тыс. л. н., и фоновые – относятся к дерново-подзолистым.

Присутствие ВГГ в палеопочвах 4000 л. н. показывает, что история педогенеза и в раннем-среднем голоцене, была сложной. Ко времени создания курганов исходные темноцветные почвы уже прошли длительный этап текстурной дифференциации и деградации темноцветных горизонтов. Однако незадолго до создания курганов, вероятно, был непродолжительный период аридизации климата, в течение которого сформировались высокозалегающие карбонатные горизонты, но темные гумусовые горизонты появиться не успели. Предположительно именно резкое иссушение климата около 4500–4200 л. н. вызвало внедрение “курганных культур” эпохи бронзы в пределы современной лесной зоны. Более ранние этапы эволюции почв, проходившие в течение раннего-среднего голоце-

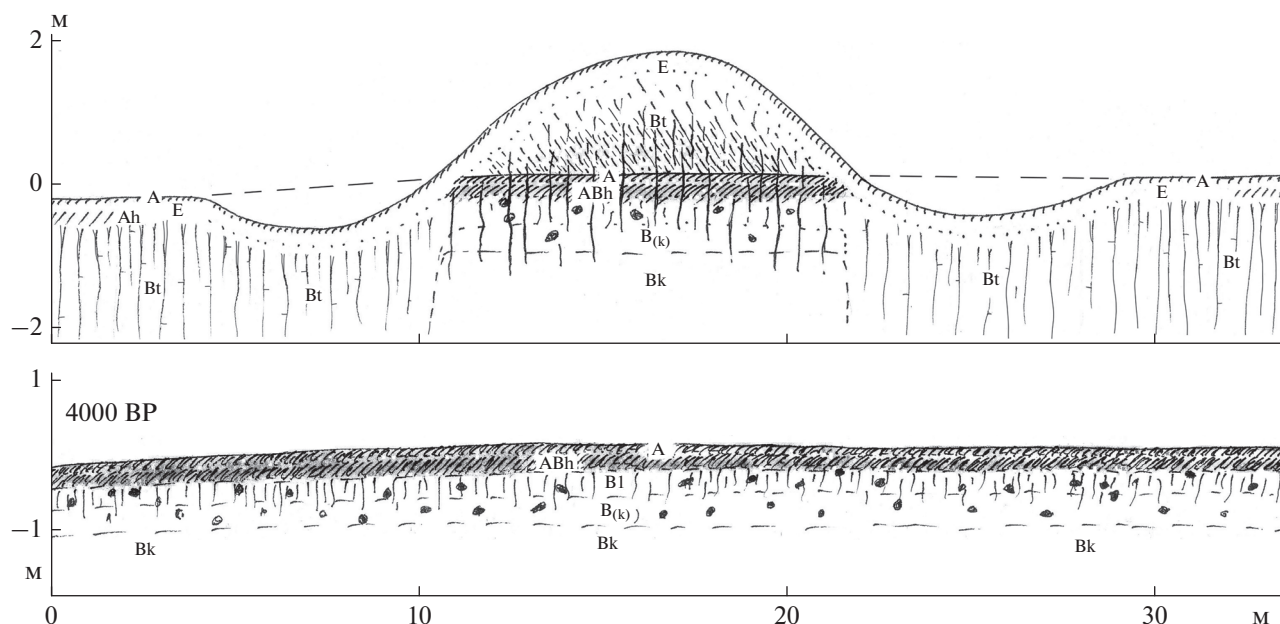


Рис. 4. Темно-серая почва со ВГГ, погребенная под курганом около 4000 л. н. (Марий-Эл, Виловатово, широколиственные лес).

на, были вызваны постепенным наступанием леса на степь, имевшим колебательный характер.

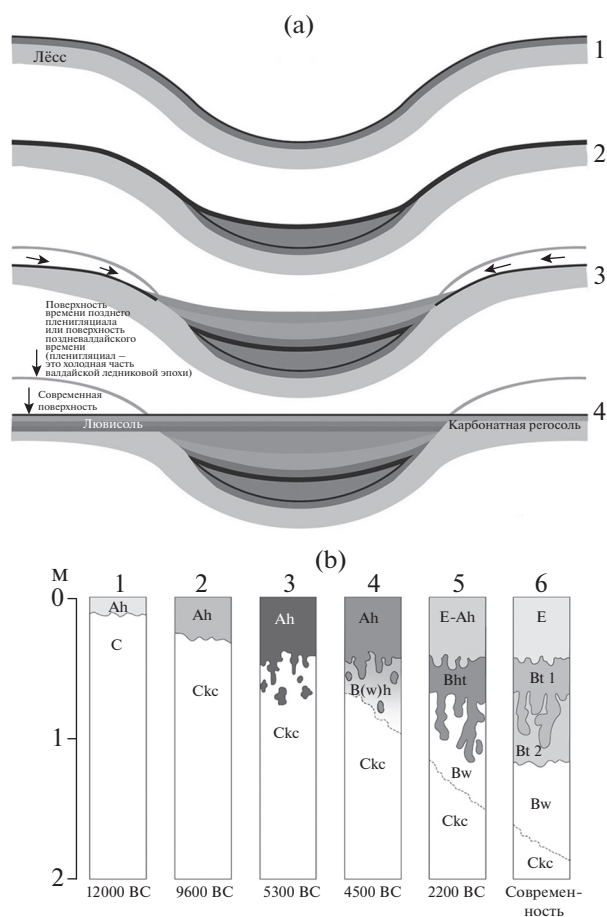
Дата по ВГГ из палеопочвы Виловатово ( $8190 \pm 90$ , ИГАН-602) показывает, что стадия развития исходных темноцветных горизонтов относится к раннему голоцену, а начало их образования, возможно, к более древнему этапу. В раннем голоцене еще сохранялась континентальность климата, характерная для позднеледниковья [42]. Поэтому почвы (черноземы) тогда были маломощными и, очевидно, многогумусными, что свойственно черноземам континентальных регионов, например, Зауралья [63].

Малая мощность характерна и для почв аллереда, формировавшихся в условиях континентального климата. В Ярославской области (Теханово) аллередская почва лежит ниже ВГГ и имеет возраст  $10300 \pm 60$  л. н., ИГАН-215 ([2], глубина 80–90 см, дата несколько омоложена); там же, в Максимовицах почва аллереда также подстилает ВГГ, здесь она омоложена сильнее ( $9810 \pm 160$  лет; ИГАН-1231 [66]), так как лежит ближе к поверхности (60–70 см). Почвы аллереда также изучены в Вологодской области (Тотьма,  $11020 \pm 240$  ИГАН-373 [28]), в Москве (Тушино,  $11780 \pm 290$ , ИГАН-2319 и  $11260 \pm 300$ , Ки-10562). В их профиле признаки текстурной дифференциации отсутствуют, гумусовые горизонты маломощные, черные и характеризуются надмерзлотным (?) утяжелением гранулометрического состава. Данные почвы выделяются большой устойчивостью гумуса, возможно, они включены в состав некоторых наиболее древних ВГГ в северной части их ареала.

Местами видно, как аллередские почвы вверх по катене поднимаются и сливаются с голоценовым ВГГ [2, рис. 5].

Почвы со ВГГ и погребенные черноземы найдены также в аллювии поймы и низких надпойменных террас рек Восточно-Европейской равнины. Палеочернозем в разрезе Садгора (Хотинская возв.) залегает на глубине 2 м в аллювии 10-метровой террасы небольшого левого притока р. Прут. По ГК чернозема получена дата  $7580 \pm 95$  (ИГАН-1217). На поверхности аллювия в течение последних 5000 лет сформирована светло-серая почва {Luvisol} с ярко выраженными горизонтами E1 и B1 [3].

Погребенный чернозем и текстурно-дифференцированные почвы, обнаруженные в разрезе Ранис 2 высокой древней поймы Москвы-реки, исследованы достаточно детально [67, 68]. Профиль чернозема мощный, с карбонатным горизонтом и крупными кротовинами (ходы хомяков, определения Д. Пономаренко). Чернозем сформировался в первой половине голоцена, когда пойма не заливалась и существовала как надпойменная терраса. По профилю чернозема получено большое число радиоуглеродных дат:  $5570 \pm 50$  (GIN-15105),  $7810 \pm 100$  (Ki-18753),  $8341 \pm 34$  (UOC-3109). Калиброванные даты по подстилающим и перекрывающим его отложениям позволяют отнести время формирования чернозема к 5300–10500 калиб. л. н. {cal BP}. Близкий возраст имеют черноземы и темногумусовые почвы (Phaeozems) других разрезов поймы. Выше по колонке в пойме рек Москвы и Оки залегают дерново-подзо-



**Рис 5.** Палеопочвы на территории Германии: а – стадии формирования голоценовых черноземов в ложбинах, по [88]: 1 – камбисоли на лёссах; 2 – ранний–средний голоцен, развитие черноземов до 4700 л. н. при участии коллювиальных процессов; 3 – средний голоцен, эрозионные процессы; 4 – поздний голоцен, эрозионные процессы, формирование лувисолей, пахотный горизонт. б – эволюция чернозема в лувисоль и ВГГ на территории германии, по [90, 97]: 1 – лёсс, первичная почва; 2 – регосоля; 3 – чернозем; 4 – камбиковый чернозем; 5 – лессивированный чернозем; 6 – лувисоль.

листые и серые почвы, основной этап формирования которых, относится ко времени 2500–800 л. н. [68]. Также в пойме Москвы-реки обнаружена дерново-подзолистая почва со ВГГ, его возраст:  $6640 \pm 330$ ,  $6680 \pm 80$  л. н. (Ki-17147, Ki-19488 ВГГ) [67]. Она начала формироваться в раннем голоцене и прошла черноземную стадию, о чем кроме ВГГ свидетельствуют палеокротовины.

**Аналоги почв со ВГГ за пределами России.** Палеопочвенный метод успешно применяется при изучении сходной проблемы – происхождения голоценовых черноземов Центральной Европы [78, 89]. В данном регионе в пределах современных лесных территорий с почвами лесного генезиса черноземы и сходные с ними темногомусо-

вые почвы найдены под курганами бронзового века и неолита [70, 78, 83, 86, 87]. Они обнаружены и под теллом среднеголоценового возраста в Центральной Германии [91]. Погребенные почвы определяются как черноземы [86] и сходные с ними (Chernic Phaeozem [87]). Распространение черноземов в среднем голоцене (неолит) на территории Центральной Европы не согласуется с климатической схемой Блитта–Сернандера. Поэтому некоторые авторы относят их формирование к суббореальному периоду [84]. Однако по данным радиоуглеродного датирования подобные черноземы длительным интервалом раннего-среднего голоцена [86].

О широком распространении в регионе степей свидетельствуют не только почвы курганов, но и западин (рис. 5а). Эти почвы определяются как черноземы, формировавшиеся с начала голоцена, и до 4700 л. н. [88].

В Центральной Европе обсуждается гипотеза антропогенного происхождения черноземов. Темную окраску почвы при этом связывают с выжиганием древесной растительности и накоплением black carbon, за счет вымывания частиц дисперсного угля [81]. Однако специальные исследования показали, что уголь представлен сгоревшими остатками не древесных, а травянистых растений [88]. По данным палинологии тогда доминировала степь (*Artemisia* и др.), и продолжался этот этап до 4000 л. н. [72]. Таким образом, сходная среднеголоценовая стадия распространения степи и черноземов по данным комплексных палеопочвенных исследований обнаруживается в Центральной и Восточной Европе [3, 88].

В Северной Америке также имеются признаки более раннего (8–4 тыс. л. н.) распространения черноземов [50, 96, 99] и позднеголоценового наступания леса на степь [6, 71, 73, 77].

В литературе по Центральной и Западной Европе, а также Северной Америке в отличие от черноземов ВГГ не упоминаются, но сходные представления о формировании подобных почв имеются, о чем, например, свидетельствуют рисунки из статьи [97], приведенные в работе [90]. Там на схемах эволюции почвенного профиля показано превращение чернозема в почву с элювиальным (E) и реликтовым остаточным гумусовым горизонтом (Bht, рис. 5б). ВГГ в профиле серых почв {Luvisols} также видны на иллюстрациях в работе [84], но специально не анализируются. Рассматривая данную проблему в 1980-х гг. Караваева и соавт. отмечали следующее: “... смены экологических обстановок, создавшие ВГГ, достаточно обычны для развития природной среды лесных областей умеренного пояса. Соответствующие этим экологическим сменам органо-аккумулятивные феномены многократно описаны, особенно в западноевропейской литературе. Од-

нако термин “второй гумусовый горизонт” для них никогда не употребляется, что исключало параллели с аналогичными генетико-эволюционными феноменами территории СССР” [29, с. 172–173].

**Стадии эволюции почв, возраст ВГГ и его региональные различия.** В развитии почв со ВГГ первоначально были выделены две основные стадии: формирования темноцветных горизонтов под степной или луговой растительностью и стадия деградации под лесной растительностью [16, 64, 65]. Переходная стадия параморфоза Яковлева, характеризовавшаяся слитизацией чернозема, характерна для почв Северо-Западного Кавказа, где распространены глинистые почвообразующие породы с высоким содержанием смектита. Здесь она является промежуточной и имеет подготовительное значение по отношению ко второй, основной стадии деградации исходного гумусового горизонта и развития серой почвы.

В некоторых случаях, для северных ВГГ выделялись три стадии: темноцветная, располагающаяся между двумя стадиями формирования элювиальных горизонтов [54, 55]. По мнению большинства исследователей, в том числе и нас, развитие элювиального осветленного горизонта, целиком охватившего ВГГ, происходило после темноцветной стадии [3, 11, 12, 23–25, 60, 65]. В частности, об этом свидетельствует изучение пар погребенных и фоновых почв, в которых признаки развитого горизонта ЕL появляются только в позднем голоцене. Все это свидетельствует о чрезвычайно высокой устойчивости ВГГ, имеющего исходный Са-гумусовый состав, и представленного в шлифах черными микросгустками стабильного ОВ [12, 30].

Исследование палеопочв с темноцветными гумусовыми горизонтами позволяет более определенно представить географию ВГГ и его прототипа. С юга и юго-запада ареала на север в пределах лесной зоны, глубина ВГГ уменьшается от 60–80 (серые почвы) до 30–40 см в дерново-подзолистых почвах (подтайга – широколиственные леса) и 20–25 см – в подзолистых (средняя-южная тайга). Соответственно, время перехода от темноцветной стадии к деградационной меняется от 4 до 8 калиб. тыс л. н. В лесостепи начало деградации: 2–1 тыс. л. н., глубина ВГГ на западе ареала 40–60 см, а в Предкавказье (Кубань) – до 130–150 см. В целом отмечается постепенное увеличение мощности и глубины залегания ВГГ к югу, с максимумом в лесостепи, и ее уменьшение при движении к востоку, и только в восточной части Западной Сибири, где увеличивается количество осадков, мощность и глубина ВГГ снова несколько возрастают.

Начало образования ВГГ можно отнести к раннему голоцену или аллереду (11 или 14 калиб. тыс. л. н.). На севере ареала, в образовании ран-

них ВГГ, возможно, участвовали темногумусовые почвы аллереда (14–13 калиб. тыс л. н.), оглиненные и обладающие очень высокой устойчивостью ОВ. В пределах основной части ареала ВГГ (южная тайга–подтайга) и в Предкавказье этот переход произошел позже, около 4000 калиб. л. н. Этому времени соответствует начало “верхнего максимума ели”, который имел место после резкого короткого иссушения климата 4500–4200 л. н. [58]. В южных регионах лесостепи данный переход произошел в первых веках н.э., или даже в начале Малого ледникового периода [3, 61]. В связи с этим черноземная стадия здесь наиболее длительная, а ВГГ наиболее молодой, поэтому и сохранность его лучше [17, 60].

Тесная зависимость распространения, мощности и глубины залегания ВГГ (и связанных с ними палеочерноземов) от условий среды полностью соответствует гипотезе остаточного палеоклиматогенного их происхождения. Наоборот, при седиментационном или турбационном погребении горизонтов, глубина их залегания, стратиграфическая позиция, и возраст произвольны, а распространение – локально. В некоторых случаях возможно сходство таких локально погребенных горизонтов с палеоклиматогенными. Но при этом для доказательства погребения подобных горизонтов нужны геоморфологические подтверждения – в каждом конкретном случае необходимо установить источники поступления материала, характер процессов его перемещения и осаждения. Еще сложнее объяснить погребением все ВГГ [36, 49]. Плащеобразное накопление материала на больших территориях в голоцене, а именно так датируются ВГГ, маловероятно. Для обоснования возможности подобных накоплений необходимо найти процессы, ведущие к формированию таких плащей, а также источники поступления материала в столь гигантских объемах. При погребении почв под плащом на больших территориях под ним должны оказаться торфяники, породы иного состава вместе с почвами, сформированными на них, чего не обнаруживается.

Определенное сходство с погребенными имеют турбационные ВГГ, выделенные [28]. В связи с этим следует отметить, что в последнее время стало ясно происхождение особых и часто встречающихся в профиле дерново-подзолистых и серых почв гумусовых горизонтов, залегающих на разной глубине в виде полос и, часто, под наклонном или представленных в виде пятен, и, во многих случаях, содержащих угольки. Подобные горизонты очевидно связаны с ветровальными турбациями, располагаются на глубине до 1 м и более, и не могут быть отнесены к ВГГ. Например, к ветровальным следует относить горизонты, залегающие на глубине от 6 до 80 см, обнаруженные на севере ареала их распространения [28].

Данные образования одновременно можно считать и турбационными и погребенными.

Эволюция почв была сложной и на юге ареала распространения ВГГ. В отдельных случаях здесь в палеочерноземах под горизонтом, перерытым слепышами и другими землероями, встречаются остатки нижней части горизонта Vt, принадлежащего краткой лесной стадии эволюции рубежа плейстоцена и голоцена [3]. Видимо, кроме двух основных стадий (среднего и позднего голоцена), на протяжении всего голоцена имел место ряд дополнительных стадий, связанных с короткопериодными колебаниями биоклиматических условий, и данная стадия была одной из первых. В эволюции почв со ВГГ такие стадии отчетливо проявляются на протяжении среднего голоцена. Выделяются стадия краткой аридизации климата около 4500 калиб л. н.; похолодания и увлажнения климата, начавшегося 4000 калиб. л. н.; аридизации около 2000 л. н.; и Малого Ледникового периода. С подобными изменениями климата могло быть связано циклическое формирование пограничного горизонта торфяников и ВГГ почв центра Европейской России [66]. К аналогичным выводам о направленном колебательном нарастании мощности черноземов в голоцене пришел Золотун [21].

Исследование почв со ВГГ чрезвычайно важно для выяснения общих вопросов эволюции педогенеза и палеогеографии в пределах умеренного пояса в голоцене. Результаты изучения ВГГ, палеочерноземов и других палеопочв свидетельствуют о существенных изменениях голоценового педогенеза. В настоящее время существуют значительные противоречия в реконструкциях эволюции педогенеза в голоцене, например, от полного отрицания изменений педогенеза и среды, до однозначного следования в реконструкциях схеме климатических периодов Блитта—Сернандера [36, 63]. Данные изучения ВГГ и палеочерноземов позволяют прийти к выводу о том, что на переходе от леса к степи, то есть в области основного экотона умеренного пояса, изменения педогенеза характеризовались высокой контрастностью, и развивались они не по схеме Блитта—Сернандера, а по иной схеме, которую можно было бы назвать схемой Герасимова—Маркова [9]. В ее основе факты нахождения палеочерноземов в лесной зоне, свидетельствующие о пониженном увлажнении климата и более северном расположении границы лес—степь в среднем голоцене [1, 3, 43, 60, 88, 96]. Имеются данные палеоклиматологии, палинологии и палеогеографии, показывающие подобные изменения среды в голоцене [5, 48, 58, 73]. Эволюция данных почв была неоднородной в пространстве. На участках с ослабленным дренажом существовавшие в исходном почвенном покрове гидроморфные почвы в позднем голоцене в результате увлажнения и похоло-

дания климата могли эволюционировать в торфяно-подзолистые и перегнойные, возможно со ВГГ. Представляется интересным и важным исследовать подобные варианты эволюции почв со ВГГ. С целью решения проблемы необходимо расширение методических подходов, в частности, применение современных методов изучения ОВ, микроморфологии ВГГ и палеопочв, а также методов смежных наук.

**Процессы деградации ВГГ и устойчивость гумуса этого горизонта.** В исследуемых почвах разрушению ОВ способствуют многие процессы, характерные для верхней части профиля (кислотный гидролиз, деятельность микроорганизмов и др.). При усилении гидроморфизма деятельность микроорганизмов и связанная с ней деструкция ОВ ослабевают, поэтому ВГГ выражены хорошо. Но при дальнейшем усилении гидроморфизма происходит восстановление железа, оно становится мобильным, поэтому разрушаются железисто-гумусовые комплексы, в результате чего и железо, и темноокрашенное ОВ из ВГГ становятся мобильными и выносятся из почвы [3].

Вместе с тем ВГГ устойчив, что связано с исходными его свойствами. Материалы изучения погребенных почв и собственно ВГГ, проведенные нами и другими исследователями, показали повышенную устойчивость гумусовых горизонтов черноземов, что обусловлено стабильностью гуматно-кальциевых соединений. Эти горизонты могут сохраняться тысячи, десятки и сотни тысяч лет. Наоборот, гумусовые горизонты дерново-подзолистых, серых и других лесных почв неустойчивы и часто существенно деградируют уже через сотни лет после момента погребения. Большое влияние на ВГГ оказывают фито-, зоо- и другие турбации, а также современная распашка, особенно губительная для маломощных ВГГ на севере ареала их распространения [41].

Нельзя исключать существование других вариантов ВГГ деградационного характера, но не классических, связанных с изменениями климата на границе лес—степь и деградацией муллевых гумусовых горизонтов, а иных вариантов — собственно гидроморфных (вызванных деградацией перегнойных горизонтов при усилении дренажа), или природно-антропогенных (вызванных деградацией культурного слоя). Несомненно, подобные ВГГ будут разновременными и локальными. Вероятно, горизонты, сходные со ВГГ, могут образоваться при элювиальной деградации не только в кислых условиях, но и в щелочных. Например, в каштановых слонцеватых почвах и солонцах, часто под светлыми элювиальными надсолонцовыми горизонтами можно видеть темные гумусированные солонцовые горизонты, что внешне напоминает почвы с ВГГ. Возможно ли такое в почвах с элювиальными горизонтами в других природ-



ных зонах (тропической?) – пока можно только предполагать.

В настоящее время интерес к изучению почв со ВГГ в нашей стране несколько сократился, необходимо расширение методов исследования ОВ ВГГ, а также привлечение методов смежных наук. В Центральной Европе и Северной Америке почвы со ВГГ имеются, однако данный термин не применяется и, поэтому, ВГГ не изучаются. Вместе с тем исследования проблемы происхождения палеочерноземов среднего голоцена проводятся активно. По нашему мнению, объединение этих двух типов объектов и соответствующих им направлений исследования может привести к более определенному решению проблемы развития почв со ВГГ.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пределах лесной зоны умеренного пояса обнаруживаются яркие признаки эволюции почв, представленные ВГГ и погребенными черноземами. Почвы со ВГГ распространены в зонах южной тайги – широколиственных лесов и в лесостепи на суглинисто-глинистых отложениях. Их ареал протягивается по средней полосе Восточно-Европейской равнины и Западно-Сибирской низменности, а также по предгорьям Северного Кавказа. Основу ВГГ составляют особые гумусовые вещества, выделяющиеся чрезвычайно высокой устойчивостью, что позволяет им сохраняться в агрессивной среде элювиальных горизонтов дерново-подзолистых и серых почв. Подобной устойчивостью обладают гуматно-кальциевые соединения ОВ черноземов. Под действием биохимических и механических (вывалы деревьев) факторов ВГГ сильно трансформированы и поэтому сложны для исследования.

В ареале ВГГ встречаются черноземы и темноцветные почвы, погребенные под курганами и другими насыпями и отложениями. Они позволяют установить исходное состояние почв со ВГГ (прототип) и пути эволюции исходных почв на этапе их деградации.

Почвы со ВГГ и палеочерноземы, широко распространенные в пределах лесной зоны, свидетельствуют о достаточно контрастных изменениях педогенеза и биоклиматических условий в голоцене. Наступление леса на степь, вызванное увеличением влажности климата, началось в раннем голоцене, было колебательным, и достигло максимума в последнюю тысячу лет (в Малый ледниковый период). Попытки отнесения ВГГ и палеочерноземов исключительно к суббореальному периоду не оправдались, <sup>14</sup>C даты основного их ареала соответствуют времени 4–9 тыс. л. н., а в лесостепи эпоха формирования темноцветных почв продолжалась дольше, вплоть до 2 или 1 тыс. л. н.

В соответствии с условиями климата и биоты мощность ВГГ и его прототипа в северной части ареала (средняя–южная тайга) минимальная (20–30 см) и увеличивается к югу и к западу (60–80 см), максимальная мощность ВГГ в лесостепи Предкавказья (130–150 см). Время перехода от темноцветной стадии к деградационной наиболее раннее на севере ареала (около 8 тыс. л. н.) и позднее в лесостепи (2–1 тыс. л. н.).

Остаточные палеоклиматогенные ВГГ отражают состояние прошлого почвенного покрова, который на большей части ареала ВГГ относится к среднему голоцену, и представлен более эвтрофными вариантами почв. В современный почвенный покров, кроме сохранившихся элементов данного реликтового почвенного покрова, локально встроены гидроморфные, погребенные, литологические образования со сложным органомифилом [23, 26, 28, 31, 40, 43].

### ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-14-50488. Исследование вторых гумусовых горизонтов на территории лесостепи центра Восточно-Европейской равнины выполнено в рамках гранта РФФИ № 19-29-05012.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Авенариус И.Г., Муратова М.В., Спаская И.И.* Палеогеография Северной Евразии в позднем плейстоцене-голоцене и географический прогноз. М.: Наука, 1978. 76 с.
2. *Александровский А.Л.* Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене. М.: Наука, 1983. 150 с.
3. *Александровский А.Л., Александровская Е.И.* Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука, 2005. 223 с.
4. *Александровский А.Л., Бирин А.Г.* Эволюция серых лесных почв предгорий Северного Кавказа // Почвоведение. 1987. № 8. С. 28–39.
5. *Борзенкова И.И.* Изменение климата в Кайнозое. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 247 с.
6. *Боул С., Хоул Ф., Мак-Крекен Р.* Генезис и классификация почв. М.: Прогресс, 1977. 417 с.
7. *Гаврилов Д.А.* Генезис второго гумусового горизонта почв Васюганской наклонной равнины // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2016. № 85. С. 3–19.  
<https://doi.org/10.19047/0136-1694-2016-85-5-19>

8. *Гаджиев И.М.* Эволюция почв южной тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. 290 с.
9. *Герасимов И.П., Марков К.К.* Ледниковый период на территории СССР. М.: АН СССР, 1939. 462 с.
10. *Гольева А.А., Александровский А.Л.* Использование фитолитного анализа при решении генетико-эволюционных вопросов почвоведения // Почвоведение. 1999. № 8. С. 980–987.
11. *Добровольский Г.В., Афанасьева Т.В., Василенко В.И., Ремезова Г.Л.* О генезисе и географии почв Томского Приобья // Почвоведение. 1969. № 10. С. 3–12.
12. *Добровольский Г.В., Афанасьева Т.В., Федоров К.Н., Шоба С.А.* Микроморфология и генезис вторично-подзолистых почв Западной Сибири // Почвоведение. 1972. № 12. С. 60–70.
13. *Добровольский Г.В., Урусевская И.С.* География почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 416 с.
14. *Докучаев В.В.* К вопросу о соотношениях между возрастом и высотой местности, с одной стороны, характером и распределением черноземов, лесных земель и солонцов, с другой // Вестник естествознания. 1891. № 1/3. С. 18–29.
15. *Докучаев В.В.* Русский чернозем. Отчет Императорскому Вольному экономическому обществу. СПб.: Императорское Вольное экономическое общество, 1883. 376 с.
16. *Драницын Д.А.* Вторичные подзолы и перемещение подзолистой зоны на севере Обь-Иртышского водораздела // Известия Докучаевского почвенного комитета. 1914. № 2. С. 31–93.
17. *Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н.* О природе “вторых” гумусовых горизонтов в почвах Западной Сибири // Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове. Мат-лы VI всеросс. конф. с международным участием, посвященной 125-летию со дня рождения Р.С. Ильина. 2016. С. 162–165.
18. *Дюшофур Ф.* Основы почвоведения. Эволюция почв (опыт изучения динамики почвообразования). М.: Прогресс, 1970. 592 с.
19. *Захаров С.А.* Борьба леса и степи на Кавказе // Почвоведение. 1935. № 3–4. С. 500–545.
20. *Золотун В.П.* О происхождении лёссовых отложений на юге Украины. // Почвоведение. 1974. № 1. С. 29–38.
21. *Золотун В.П.* Развитие почв юга Украины за последние 50–45 веков. Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Киев, 1974. 74 с.
22. *Иванов И.В., Александровский А.Л.* Методы изучения эволюции и возраста почв. Пушино, 1984. 54 с.
23. *Иванова Е.Н., Двинских П.А.* Вторично-подзолистые почвы Урала // Почвоведение. 1944. № 7–8. С. 325–344.
24. *Ильин Р.С.* О деградации и вторичноподзолистых почвах Сибири // Почвоведение. 1937. № 4. С. 591–600.
25. *Караваяева Н.А.* Генезис и эволюция второго гумусового горизонта в почвах южной тайги Западной Сибири // Почвообразование и выветривание в гумидных ландшафтах. М.: Наука, 1978. С. 133–157.
26. *Караваяева Н.А.* Современное заболачивание в почвах южной тайги Западной Сибири и эволюция почвенного покрова в голоцене // Почвообразование и выветривание в гумидных ландшафтах. М.: Наука, 1978. С. 158–210.
27. *Караваяева Н.А., Субботина Е.Н.* О составе гумуса дерново-подзолистой почвы со вторым гумусовым горизонтом // Почвоведение. 1977. № 7. С. 23–33.
28. *Караваяева Н.А., Черкинский А.Е., Горячкин С.В.* Второй гумусовый горизонт и проблема эволюции подзолистых суглинистых почв Русской равнины // Эволюция и возраст почв СССР. Пушино, 1986. С. 120–138.
29. *Караваяева Н.А., Черкинский А.Е., Горячкин С.В.* Понятие “второй гумусовый горизонт”: опыт генетико-эволюционной систематизации // Успехи советского почвоведения. М.: Наука, 1986. С. 167–173.
30. *Карпова Д.В., Балабко П.Н., Чижикова Н.П., Бескин Л.В., Колобова Н.А., Хуснетдинова Т.И., Цымбарович П.Р., Беляева М.В.* Микроморфология, и минералогия серых лесных почв Владимирского ополья // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2018. № 94. С. 101–123. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2018-94-101-123>
31. *Керзум П.П., Русаков А.В., Матинян Н.Н.* Геоморфологическое положение палеопочв и некоторые аспекты почвенного покрова центра Русской равнины в голоцене // Почвоведение. 1989. № 11. С. 28–35.
32. *Классификация и диагностика почв России.* Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с.
33. *Коржинский С.И.* Северная граница черноземно-степной области восточной полосы Европейской России в ботаническом и почвенном отношении // Тр. Об-ва естествоиспыт. при Казанском ун-те. 1891. Т. 22. № 6. 204 с.
34. *Коссович П.С.* Основы учения о почве. СПб., 1911. Ч. 2. № 1. 264 с.
35. *Лебедева И.И., Тонконогов В.Д.* Отражение эволюции ландшафтов в текстурно-дифференцированных почвах Северной Евразии // Проблемы эволюции почв: Мат-лы IV Всероссийской конференции. Пушино, 2003. С. 11–17.
36. *Макеев А.О.* Поверхностные палеопочвы лёссовых водоразделов Русской равнины. М.: Молнет, 2012. 260 с.
37. *Никитин С.Н.* Владимирский чернозем // Изв. Геол. ком. 1885. Т. 4. С. 98–111.
38. *Никифорова Л.Д.* Изменение природной среды в голоцене на северо-востоке европейской части СССР. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1980. 21 с.
39. *Николаев В.А.* Парагенезис полесий-ополей центральной России // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, география. 2013. № 5. С. 45–50.

40. *Петров Б.Ф.* К вопросу о происхождении второго гумусового горизонта в подзолистых почвах Западной Сибири // Тр. Томск. ун-та. 1937. Т. 92. С. 43–69.
41. *Прокашев А.М.* Голоценовая эволюция и антропогенная трансформация почвенного покрова Вятского Прикамья // Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций. М.: ГЕОС, 2015. Гл. 14.2. С. 401–421.
42. *Прокашев А.М.* Почвы со сложным органопротифилем юга Кировской области: экология, свойства, генезис. Киров: Изд-во ВГПУ, 1999. 176 с.
43. *Прокашев А.М., Жуйкова И.А., Пахомов М.М.* История почвенно-растительного покрова Вятско-Камского края в послеледниковье. Киров: Изд-во Вят ГГУ, 2003. 143 с.
44. *Прокашев А.М., Соболева Е.С., Именитова А.С., Вартан И.А., Матушкин А.С., Охорзин Н.Д., Мокрушин С.Л., Бородастый И.Л.* Дерново-подзолистые почвы со сложным органопротифилем правобережной части бассейна нижней Вятки // Почвоведение. 2018. № 7. С. 801–814.
45. *Резепкин А.Д.* Новосвободненская культура (на основе материалов могильника “Клады”). СПб.: Нестор-История, 2018. 344 с.
46. *Роде А.А.* Почвообразовательный процесс и эволюция почв. М.: ОГИЗ, 1947. 100 с.
47. *Рубцова Л.П.* К вопросу о дифференциации гумусового горизонта в серых лесных почвах // Бюл. Почв. ин-та им В. В. Докучаева. 1968. № 2. С. 3–10.
48. *Серебрянная Т.А.* Динамика границ Центральной лесостепи в голоцене // Вековая динамика биогеоценозов. Чтения памяти академика В.Н. Сукачева. М.: Наука, 1992. С. 54–71.
49. *Соколов И.А.* О генезисе, диагностике и классификации почв с текстурно-дифференцированным профилем // Почвоведение. 1988. № 11. С. 32–41.
50. *Спурр С.Г., Барнес Б.В.* Лесная экология. М.: Лесная промышленность, 1984. 479 с.
51. *Сычева С.А., Леонова Н.Б., Александровский А.Л. и др.* Естественнонаучные методы исследования культурных слоев древних поселений. М.: НИИ-Природа, 2004. 162 с.
52. *Танфильев Г.И.* О Владимирском черноземе // Тр. Вольного экон. об-ва. 1896. № 1. С. 47–53.
53. *Таргульян В.О.* Развитие почв во времени // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1982. С. 108–113.
54. *Тюлин В.В.* Почвы Кировской области. Киров: Волго-Вятск. кн. изд., 1976. 288 с.
55. *Тюлин В.В., Россохина М.В.* Почвы со вторым гумусовым горизонтом Чепецко-Кильмезского водораздела // Почвоведение. 1967. № 7. С. 28–37.
56. *Тюрюканов А.Н., Быстрицкая Т.А.* Ополья Центральной России и их почвы. М.: Наука, 1971. 239 с.
57. *Хантулев А.А., Гагарина Э.И.* Материалы о генезисе и географии почв со сложным гумусовым профилем // Почвоведение. 1972. № 2. С. 3–13.
58. *Хотинский Н.А.* Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.
59. *Хотинский Н.А., Алешинская З.В., Гуман М.А., Климанов В.А., Черкинский А.Е.* Новая схема периодизации ландшафтно-климатических изменений в голоцене // Изв. РАН. Сер. географ. 1991. № 3. С. 30–42.
60. *Чендев Ю.Г.* Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. М.: ГЕОС, 2008. 212 с.
61. *Чендев Ю.Г., Александровский А.Л., Хохлова О.С., Дергачева М.И., Петин А.Н., Голотвин А.Н., Саранулкин В.А., Земцов Г.Л., Уваркин С.В.* Эволюция лесостепного почвообразования на юге лесостепи Среднерусской возвышенности в голоцене // Почвоведение. 2017. № 1. С. 3–16.
62. *Шарпенсил Г.В.* Радиоуглеродное датирование почв // Почвоведение. 1971. № 1. С. 34–42.
63. Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв / Отв. ред.: В.Н. Кудеяров, И.В. Иванов. М.: ГЕОС, 2015. 925 с.
64. *Яковлев С.А.* О деградации черноземов в западной части Северного Кавказа // Почвоведение. 1914. Т. 16. № 4. С. 1–20.
65. *Яковлев С.А.* Почвы и грунты по линии Армавир-Туапсинской железной дороги. СПб., 1914. 332 с.
66. *Alexandrovskiy A.L.* Soil evolution on the lower terraces of lake Nero // Eurasian Soil Science. 2011. V. 44. № 10. P. 1055–1067.  
<https://doi.org/10.1134/S106422911100024>
67. *Alexandrovskiy A.L., Ershova E.G., Krenke N.A.* Buried Late-Holocene Luvisols of the Oka and Moskva River floodplain and their anthropogenic evolution according to soil and pollen data // Quat. Int. 2016. V. 418. P. 37–48.
68. *Aleksandrovsii A.L., Ershova E.G., Ponomarenko E.V., Krenke N.A., Skripkin V.V.* Natural and Anthropogenic Changes in the Soils and Environment of the Moskva River Floodplain in the Holocene: Pedogenic, Palynological, and Anthracological Evidence // Eurasian Soil Sci. 2018. V. 51. № 6. P. 613–627.
69. *Alexandrovskiy A.L., Sedov S.N., Shishkov V.A.* The development of deep soil processes in ancient kurgans of the North Caucasus // Catena. 2014. V. 112. P. 65–71.
70. *Baumann W., Fritzsche C., Coblenz W., Fiedler H.J., Brückner H.-P.* Stratigraphische Befunde zur Schnurkeramik in einem Grabhügel bei Werben, Kr. Leipzig // Ausgrabung und Funde. 1983. V. 28. P. 1–10.
71. *Bettis III E.A., Benn D.W., Hajic E.R.* Landscape evolution, alluvial architecture, environmental history, and the archaeological record of the Upper Missouri Valley // Geomorphology. 2008. V. 101. P. 362–377.
72. *Bos J.A.* Lateglacial and Early Holocene vegetation history of the northern Wetterau and the Amöneburger Basin (Hessen), central-west Germany // Rev. Palaeobot. Palynol. 2001. V. 115. № 3–4. P. 177–204.  
[https://doi.org/10.1016/S0034-6667\(01\)00069-0](https://doi.org/10.1016/S0034-6667(01)00069-0)

73. *Bradley R.S.* Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary. San Diego: Academic Press, 1999. 613 p.
74. *Bradley R.S.* Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary. Amsterdam, San Diego: Academic Press, 2015. 675 p.
75. *Bronk Ramsey C.* Bayesian analysis of radiocarbon dates // *Radiocarbon*. 2009. V. 51. № 1. P. 337–360. <https://doi.org/10.1017/S0033822200033865>
76. *Chendev Y., Aleksandrovskiy A., Khokhlova O., Skripkin V.* <sup>14</sup>C Dating to study the development of soils in the Forest-Steppe of the Central Russian Upland as a result of bioclimatic changes and long-term cultivation // *Radiocarbon*. 2018. V. 60. № 4. P. 1185–1198. <https://doi.org/10.1017/RDC.2018.40>
77. *Chendev Yu.G., Hubbart J.A., Terekhin E.A., Lupo A.R., Sauer T.J., Burras C.L.* Recent afforestation in the Iowa river and Vorskla river basins: a comparative trends analysis // *Forests*. 2016. V. 7. № 11. <https://doi.org/10.3390/f7110278>
78. *Czerny P.* Bodenkundliche untersuchungen an einer fossilen und einer rezenten Schwarzerde // *Albrecht-Thaer-Archiv*. 1965. V. 9. № 10. P. 867–881.
79. *Duchaufour Ph.* *Precis De Pedologie*. Paris: Masson & Cie, 1965.
80. *Duchaufour Ph.* L'évolution des sols: Essai sur la dynamique des profils. Paris: Masson et Cie, 1968. 93 p.
81. *Eckmeier E., Gerlach R., Gehrt E., Schmidt M.W.I.* Pedogenesis of Chernozems in central Europe – a review // *Geoderma*. 2007. V. 139. P. 288–299.
82. *Fink J.* Die Böden Österreichs // *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft*. Wien, 1956. 100 p.
83. *Hejzman M., Součková K., Křišťuf P., Peška J.* What questions can be answered by chemical analysis of recent and paleosols from the Bell Beaker barrow (2500–2200 BC), Central Moravia, Czech Republic? // *Quat. Int.* 2013. V. 316. P. 179–189
84. *Hildebrandt-Radke I., Makarowicz P., Matviishyna Z.N., Parkhomenko A., Lysenko S.D., Kochkin I.T.* Late Neolithic and Middle Bronze Age barrows in Bukivna, Western Ukraine as a source to understand soil evolution and its environmental significance // *J. Archaeological Sci.* 2019. V. 27. P. 101972. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.101972>
85. IUSS Working Group WRB. 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
86. *Kabała C., Przybył A., Krupski M., Łabaz B., Waroszewski J.* Origin, age and transformation of Chernozems in northern Central Europe – New data from Neolithic earthen barrows in SW Poland // *Catena*. 2019. V. 180. P. 83–102. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.04.014>
87. *Krupski M., Mackiewicz M., Kabała C., Ehlert M., Cendrowska M.* Earthen mounds in the Głubczyce Forest (SW Poland) – are they prehistoric long-barrows? Geoarchaeology of the Silesian soil record and human-environment interplay in the Holocene // *Praehistorische Zeitschrift*. 2021. in press
88. *Kuhn P., Lendorff E., Fuchs M.* Late glacial Period in the Holocene of soil formation and formation of colluvial deposits in loess landscapes of Central Europe (Wetterau, Germany) // *Catena*. 2017. V. 154. P. 118–135.
89. *Laatsch W.* *Dinamik der mitteleuropaischen Mineralboden*. Dresden, Leipzig, 1957. 280 p.
90. *Lorz C., Saile T.* Anthropogenic pedogenesis of Chernozems in Germany? – A critical review // *Quat. Int.* 2011. V. 243. № 2. P. 273–279.
91. *Lubos C.C.M., Dreibrodt S., Robin V., Nelle O., Khamnueva S., Richling I., Bultmann U., Bork H.-R.* Settlement and environmental history of a multilayered settlement mound in Niederröblingen (central Germany) – a multi-proxy approach // *J. Archaeolog. Sci.* 2013. V. 40. № 1. P. 79–98.
92. *Paul E.A., Campbell C.A., Rennie D.A., McKallum D.J.* Investigation of the dynamics of soil humus utilizing carbon dating techniques // 8th Int. Congr. Soil sci.: Bucharest. 1964. V. 3. P. 201–208.
93. *Pietsch D., Kühn P., Lisitsyn S., Markova A., Sinitsyn A.* Krotovinas, pedo- genetic processes and stratigraphic ambiguities of the Upper Palaeolithic sites Kostenki and Borschchevo (Russia) // *Quat. Int.* 2014. V. 324. P. 172–179.
94. *Ponomarenko D., Ponomarenko E.* Describing krotovinas: A contribution to methodology and interpretation // *Quat. Int.* 2019. V. 502. P. 238–245.
95. *Reimer P., Austin W., Bard E., Bayliss A., Blackwell P., Bronk Ramsey C., Butzin M., et al.* The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP) // *Radiocarbon*. 2020. V. 62. № 4. P. 725–757. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>
96. *Ruhe R.V., Scholtes W.H.* Ages and development of soil landscapes in relation to climatic and vegetational changes in Iowa // *Soil Sci. Soc. Proceedings*. 1956. P. 264–273.
97. *Schalich J.* *Boden- und Landschaftsgeschichte // Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler*. 1988. V. 8. P. 17–29.
98. *Scharpenseel H.W.* Radiocarbon dating of soils – problems, troubles, hopes // *Paleopedology: origin, nature and dating of paleosols*. Jerusalem, 1971. P. 77–88.
99. *Schwab A., Dean W.E.* Reconstruction of hydrological changes and response to effective moisture variations from North-Central USA lake sediments // *Quat. Sci. Rev.* 2002. V. 21. № 12–13. P. 1541–1554.
100. *Stremme H.* Die Böden des deutschen Reiches und der freien Stadt Danzig. Miteiner Übersichtskarte 1 : 1000000 // *Petermanns Geographische Mitteilungen. Ergänzungsh eft 226*. 1936.
101. *Stremme H.* *Grundzüge der Praktischen Bodenkunde // Gebrüder Bornträger*. Berlin, 1926.

## Soils with a Second Humus Horizon, Paleochernozems and History of Pedogenesis on the Border between Forest and Steppe Areas

A. L. Alexandrovskiy<sup>1, \*</sup>, Yu. G. Chendev<sup>2</sup>, and A. A. Yurtaev<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119017 Russia*

<sup>2</sup> *Belgorod State University, Belgorod, 308015 Russia*

<sup>3</sup> *Tyumen State University, Institute of Environmental and Agricultural Biology (X-BIO), Tyumen, 625003 Russia*

\*e-mail: alexandrovskiy@mail.ru

The article discusses the problem of the genesis and evolution of soils with a second humus horizon (SHH) – the most striking relict feature in the profile of Retisols and Luvisols. The Middle Holocene radiocarbon age of the SHH, its dark color and the discrepancy between the properties of the modern humus horizons of forest soils determined the main issues in the study of this phenomenon – the nature of climate changes and displacements of the boundaries of natural zones in the Holocene, as well as the reflection of these changes in the evolution of the soil profile. The purpose of the work is to consider the history of study, systematization, distribution, hypotheses of formation, modern properties of SHH; on the basis of the analysis of the Holocene paleosols, to find out the prototype of this horizon, its age and stages of evolution in the Holocene; to identify analogs of soils with SHH outside Russia. According to the accepted hypothesis, SHH are residual, paleoclimatogenic formations. The basis of VHG is dark humic substances, which were formed in the first half of the Holocene and are characterized by extremely high stability. This allows them to survive in the aggressive environment of the eluvial horizons of Retisols and Luvisols. Under the influence of biochemical and mechanical (tree felling) factors, SHH are strongly transformed and therefore difficult to study. At the same time, well-preserved chernozems and dark-colored soils {Phaeozems}, buried under mounds and other embankments and sediments, which make it possible to establish the prototype of the SHH and its degradation in the late Holocene, are found in the SHH area. Within the East European Plain, the thickness and age of the SHH vary in accordance with the hypothesis of the residual paleoclimatogenic genesis of this horizon. The article also examines the validity of the hypotheses of the buried and hydrogenic origin of SHH. At present, the study of soils with SHH in our country has weakened. In Central Europe and North America, soils with SHH have not been studied, but research into the problem of relict chernozems is being actively pursued. In our opinion, the combination of these two types of objects and, accordingly, the directions of research can lead to a more definite solution to the problem of the formation of soils with SHH.

*Keywords:* evolution of soils, Holocene, mounds, relict horizons, paleosols, radiocarbon age of soils