

## ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.481

### СТРОЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АРЕАЛА ЧЕРНЕВОЙ ТАЙГИ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ\*

© 2015 г. С. В. Лойко<sup>1</sup>, Л. И. Герасько<sup>1</sup>, С. П. Кулижский<sup>1</sup>, И. И. Амелин<sup>2</sup>, Г. И. Истигечев<sup>1</sup><sup>1</sup> Томский государственный университет, 634015, Томск, ул. Ленина, 36  
e-mail: s.loyko@yandex.ru<sup>2</sup> Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,  
630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6

Поступила в редакцию 19.03.2014 г.

Рассмотрены закономерности строения почвенного покрова северной части ареала черневой тайги, располагающейся на Томь-Яйском междуречье в диапазоне высот 170–270 м, ниже которого находятся ландшафты предгорной подтаежной провинции. Выделены три основные формы мезорельефа: плоские водораздельные поверхности, мезосклоны, преобладающие по площади, и расчленяющие их балки, а также долины ручьев. Фоновыми комбинациями почвенного покрова склонов являются мезосочетания дерново-подзолистых (светло-серых) типичных сверхглубокоосветленных почв с темно-серыми (серыми) остаточного-гумусовыми глееватыми темнокутанными почвами. С увеличением степени дренирования, при движении от водоразделов к балкам, уменьшается доля не характерных для типичной черневой тайги почв: глееватых подтипов (почти от 100% на плоских водораздельных поверхностях до 10–15% на мезосклонах) и с признаками остаточной гумусированности (от 80–90 до 10–15% соответственно). Набор компонентов почвенного покрова имеет черты как типичной черневой тайги низкогорий (дерново-подзолистые сверхглубокоосветленные почвы), так и подтайги юга Западной Сибири (темно-серые и серые остаточного-гумусовые почвы).

**Ключевые слова:** Luvisols, черневая тайга, почвенный покров, текстурно-дифференцированные, дерново-подзолистые, темно-серые почвы, Западная Сибирь.

DOI: 10.7868/S0032180X15040061

#### ВВЕДЕНИЕ

В 2014 г. исполнилось 95 лет со дня рождения В.М. Фридланда, создателя учения о структуре почвенного покрова, прошедшей проверку в различных природных зонах. Несмотря на длительный период исследований структур почвенного покрова, до сих пор сохраняются обширные районы со слабой их изученностью. В одном из таких районов юга Сибири на западных наветренных макросклонах предгорий и гор Алтае-Саянской горной страны формируются своеобразные барьерно-дождевые гемибореальные леса. Это осиново-пихтовые высокотравные бесподстилочные черневые экосистемы с реликтовыми видами растений [20, 27, 34, 53]. Они разделяются на типичные черневые леса и черневую тайгу, характеризующуюся большей ролью бореального компонента

во флоре. Среди бореальных и гемибореальных лесов наиболее полночленными в структурно-функциональном плане являются высокотравные леса [3, 44]. Крупнейший ареал этих лесов в России приурочен к горам и предгорьям юга Сибири.

Для черневой тайги характерна необыкновенно высокая биологическая продуктивность, а также степень преобразования почвообразующих пород [47] и микроклимата [54]. По сравнению с южной тайгой Западно-Сибирской равнины, где *Abies sibirica* также является одним из эдификаторов, в черневой тайге запасы фитомассы больше в 1.5–2 раза, а запасы кальция и азота фитомассы соответственно в 1.4–1.8 и 2–2.5 раза. Ежегодно с опадом поступает в 4 раза больше кальция. Скорость разложения опада составляет 1–1.5 года [2, 45, 47]. Почвы обладают большими запасами питательных веществ, например, содержание фосфора в гумусовых горизонтах составляет 879–1042 мг/кг, что соответствует верхнему диапазону значений для лесных почв [56].

Наибольшую долю в почвенном покрове (III) черневой тайги занимают дерново-подзолистые останцовые сверхглубокоосветленные почвы (по [24]), распространенные в низкогорьях и предго-

\* Исследования выполнены в рамках Госзадания Министерства образования и науки Российской Федерации (контракт № 37.901.2014/К), гранта по Постановлению Правительства Российской Федерации № 220 от 09 апреля 2010 г., по договору с Министерством образования и науки Российской Федерации № 14.В25.31.0001 от 24 июня 2013 г. (BIO-GEO-CLIM) и при финансовой поддержке РФФИ (№ 14-04-00967\_A).

рках. Их “особые” свойства отмечали многие исследователи, что привело к появлению региональных наименований: горно-таежные глубокоподзоленные; горно-таежные дерново-псевдоподзолистые; горно-лесные дерново-глубокоподзолистые лессивированные; светло-серые сильноподзоленные; глубокоподзоленные почвы алтайской “черни” [21, 26, 38, 45, 47]. Почвы черневой тайги лишены подстилок, не промерзают зимой, важнейшей их чертой является возникновение интенсивного стока верховодки по поверхности иллювиального горизонта [18, 25–27, 36, 45, 47, 51]. По WRB [58] они относятся к Albic Stagnic Luvisols (Clayic, Cutanic). Этим почвам в последнее время посвящены публикации с детальным обсуждением вопросов генезиса, эволюции и классификации [57, 59, 60, 62, 63]. В нашей работе будут затронуты вопросы генезиса и строения почвенного покрова с ведущим участием этих почв.

Для почв черневой тайги решены многие общие вопросы, связанные с морфо-аналитическими параметрами и, в меньшей мере, функционированием [21, 25, 26, 28, 37–39, 42, 43, 45, 47]. Однако далеко не полно раскрыты причины “своеобразия” почв, не проведен межрегиональный сравнительно-географо-генетический анализ и практически отсутствуют данные о ПП. Представление о компонентном разнообразии ПП дают работы Трофимова [47] и Петрова [37, 38]. Показано, что почвообразование в черневой тайге может протекать по подзолистому и буроземному типам. Подзолистые почвы приурочены к покровным пылевато-иловатым бурым суглинкам и глинам, доминирующим по площади и покрывающим средние и нижние части склонов. Эти отложения накапливались эоловым путем, а после переотлагались склоновыми процессами, обогащаясь обломками пород местного происхождения [4, 13, 35, 42, 52]. Буроземы тяготеют к местам распространения элювиально-делювиальных пород, лишенным покрова бурых глин.

Несмотря на распространенное мнение об однообразии ПП черневой тайги, проведенные исследования на границе Горной Шории и Кузнецкого Алатау показали значительное педоразнообразие: элювоземы и дерново-элювоземы, дерново-подзолистые и подзолистые, буроземы и буроземы темные, темногумусовые и серогумусовые почвы. В различных частях ареала черневой тайги значительно отличаются и свойства сверхглубокоосветленных почв. Например, гумусовый профиль светло-серых почв западной части Салаирского края имеет второй гумусовый горизонт, в котором среди гуминовых кислот доминирует первая фракция [28]. В восточной части Салаира доминирование переходит к гуминовым кислотам второй фракции [23]. Эти различия указывают на внутрирегиональную специфику генезиса

почв черневой тайги, установить которую можно путем изучения ПП экотонных, что и явилось целью данной работы. Для приближения к поставленной цели в качестве объекта исследования выбрали ПП северного экотона черневой тайги. Решали задачи по составлению факторно-генетической схемы формирования ПП, выявлению ведущих и подчиненных компонентов ПП, систематизации данных по структурам почвенного покрова и описанию их генезиса.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

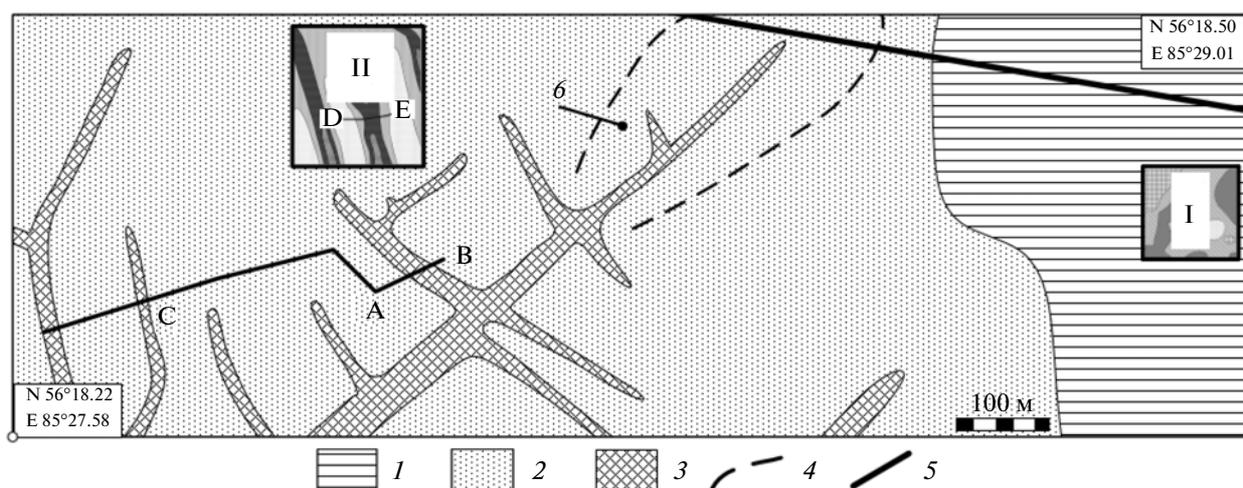
Почвы и ПП изучали в северной оконечности Кузнецко-Алатаусского ареала черневых экосистем, протягивающегося на север от Кузнецкого Алатау по вершине Томь-Яйского междуречья почти до 57° с.ш. [8, 30, 51]. Эта часть ареала “внедряется” по наивысшим отметкам рельефа (до 270 м) в подтаежную зону, рассекая ее и смыкаясь на севере с южнотаежными ландшафтами, формируя северный равнинно-широтный экотон между подтайгой, южной и черневой тайгой. Сниженные части Томь-Яйского междуречья заняты зональными подтаежными сосново-мелколиственными разнотравно-злаковыми лесами на серых и темно-серых почвах в автономных условиях. При приближении к центральной области междуречья с отметками высот более 170–200 м подтаежные экосистемы сменяются черневой тайгой [8].

Почвообразующие породы представлены карбонатными покровными лёссовидными глинами и имеют регионально-выдержанную однородность свойств [35]. Для них характерно доминирование двух фракций: илистой (30–35%) и крупной пыли (40–50%). На глубине от 3–5 м и ниже залегают озерно-болотные тайгинские слабокарбонатные глины, перекрывающие продукты выветривания и дезинтеграции сланцев фундамента.

Среднегодовая температура составляет –1.0°C, количество осадков 700–750 мм, а коэффициент увлажнения по Иванову ≈1.3. Почвы практически не промерзают [18], что связано с глубоким снежным покровом в 60–80 см (в многоснежные зимы >1 м). Растительность отличается от типичной черни низкогорий усилением фитocenотической роли *Abies sibirica*, уменьшением высоты и фитомассы высокотравья, обеднением комплекса неморальных реликтовых видов.

Рельеф района исследований представлен тремя основными мезоформами (рис. 1): плоскими поверхностями центральных частей междуречий первого и второго порядков; очень пологими и пологими, реже более крутыми мезосклонами, простирающимися от плоских междуречий к бровкам долин; балками и долинами ручьев с наклонными или более крутыми склонами.

Основную часть исследований выполняли на ключевом полигоне в массиве поздне-сукцессион-



**Рис. 1.** Схема ключевого полигона. Ключевые участки: I — КУ-09; II — КУ-08. Профили: AC, AB и DE. 1 — плоские водораздельные области; 2 — мезосклоны; 3 — балки и вершины долин ручьев; 4 — контур палеоложины; 5 — железная дорога; 6 — траншея Тр-12.

ных лесов, местами пройденных выборочными рубками последних лет. На плоском водоразделе заложили ключевой участок (КУ-09) (100 × 100 м), для которого построили почвенно-геоморфологический профиль и создали почвенную карту с использованием цифровых методов [49, 50].

Дренаруемые ложбинами верхние части мезосклонов изучали на участке КУ-08, для которого ландшафтно-индикационным путем составили карту ПП. В пределах КУ-08 закладывали профиль (Пр) DE через ложбину. Для характеристики ПП нижних частей мезосклонов, залегающих между балками, проложили почвенно-геоморфологический профиль AC. Для детального отображения залегания горизонтов на склоне ложбины, в области контакта двух ведущих компонентов ПП, заложили почвенную траншею Тр-12. Почвы балок охарактеризованы профилем АВ (рис. 1).

Исследования проводили в соответствии с методологией почвенно-генетико-географических исследований. Названия почвенных комбинаций приводятся по Горячкину [12]. Закономерности, полученные на ключевом полигоне, проверяли в ходе маршрутных исследований по междуречью. Всего заложено более сотни разрезов. Для диагностики почв и почвообразовательных процессов применяли комплекс аналитических и геоморфологических методов.

Для диагностики почвенных горизонтов и почв использовали «Классификацию почв России» [9, 24, 40] с некоторыми рабочими дополнениями, призванными расширить возможности отображения почвенного разнообразия:

1. Светло-серые почвы выделены на уровне типа, как предложено в [17]. Ранее Тонконогов [46] по материалам, полученным в Нечерноземной полосе европейской части России, объединил свет-

ло-серые почвы с дерново-подзолистыми на основании близких значений коэффициентов текстурной дифференциации, что было закреплено в классификации [24]. Кроме значений коэффициента текстурной дифференциации, эти почвы отделяются от серых и по содержанию гумуса. Однако на юго-востоке Западной Сибири несколько иная картина. При сопоставимых коэффициентах текстурной дифференциации текстурно-дифференцированные почвы Центрального Нечерноземья [41, 55] имеют меньшее содержание гумуса в элювиальных горизонтах, чем аналогичные почвы юго-востока Западной Сибири. Так, в черневой тайге значительная обезлесенность сопровождается довольно высоким содержанием гумуса, вплоть до 2%, что является признаком гор. АЕL. Но последний диагностирует тип серых почв с меньшими значениями коэффициентов дифференциации. По этой причине выделяли элювиальные гор. ЕLа светло-серых почв (светлота по Манселлу от 6.5 до 7.5, содержание гумуса до 2%). То есть светло-серые почвы имеют коэффициенты дифференциации, близкие с дерново-подзолистыми, а содержание гумуса в их элювиальных горизонтах ближе к гор. АЕL серых почв.

2. Индексом «НН» обозначены остаточно-гумусовые (вторые гумусовые) горизонты, а индексом «hh» — остаточно-гумусированные. Им соответствуют подтипы, наименования которых аналогичны названиям индексов. Остаточно-гумусовым горизонтом предложено называть нижнюю часть гумусового профиля с расширенным отношением С гк/С фк [7, 16]. В случаях отсутствия сплошного горизонта, когда признаки остаточной гумусированности проявляются в виде морфонов (пятен) в области контакта элювиальных и текстурных горизонтов, использовали

признак “hh” [24]. Остаточно-гумусовые горизонты почв черневой тайги имеют следующие признаки: 1) темнее вышележащих горизонтов, но не обязательно; 2) структура ореховатая, либо мелкопризматически-ореховатая, местами копролитово-зернисто-мелкокомковатая; 3) гор. НН расположен между гор. АУ, АЕL (очень редко ЕL) и ВТh; 4) внутриведная масса буровато-(темно)-серого цвета, поверхность агрегатов темнее, с гумусово-глинистыми кутанами, иногда покрыта скелетаной; степень покрытия кутанами поверхностей раздела увеличивается к нижней части; 5) скопление мелких ржаво-охристых примазок и нодулей во внутриведной массе; 6) по сравнению с вышележащими горизонтами имеет повышенное содержание ила (в 1.5, реже 2.0 раза), являясь верхней частью иллювиальной толщи.

3. Специфика почвообразующих пород и рельефа обусловила широкое распространение в Западной Сибири таежных почв с повышенным залеганием карбонатов [7, 14]. В ареале черневой тайги такие почвы встречаются в районе исследований. Форма карбонатных новообразований – журавчики и прожилки. Эти почвы выделяют в подтип высококовскающих [16], критерием служит наличие смыкания или наложения текстурного и вскипающего горизонта, переходного к почвообразующей породе.

4. Текстуальные горизонты с наличием (буровато-)темно-серых гумусово-глинистых кутан обозначены индексом “th”, которому соответствует подтип темнокутаных почв.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе подходов, предложенных Горячкиным [12], составлена факторно-генетическая схема ПП (таблица). Проведена группировка покровоопределяющих и покровообразующих процессов. К покровоопределяющим (вызвавшим наиболее принципиальные различия в ПП, на уровне обособления мезокомбинаций ПП) для вершины Томь-Яйского междуречья отнесены озерно-болотный седиментогенез, вызвавший формирование тайгинской свиты глин, последующее региональное снижение базиса эрозии и процессы формирования покровных лёссовидных глин, вначале карбонатных, а на завершающем этапе уже бескарбонатных, составивших основу для современных почв [6, 13, 14].

После формирования макро- и мезорельефа действовали покровообразующие процессы, сформировавшие в пределах водораздельных поверхностей бугристо-западинно-ложбинный микрорельеф, возможно, как и на территории европейской России [5, 32], связанный с вытаиванием жильного льда в начале голоцена. На мезосклонах формирование микро- и мезоформ рельефа происходило в две стадии. После окон-

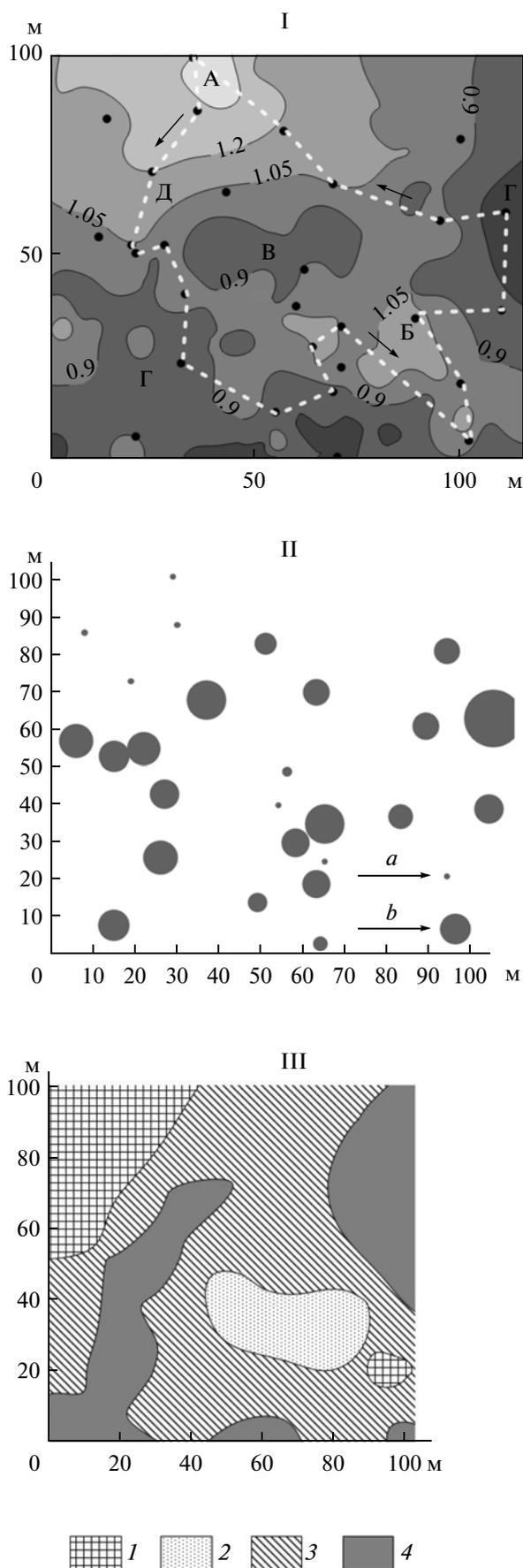
чания седиментации произошла активизация суффозионных, денудационных и криогенных (?) процессов, оформились ложбины и микроводоразделы первой стадии, унаследовавшие предшествовавшие формы рельефа, заполненные осадками. В это время в ложбинах формировались почвы с карбонатными журавчиками [31]. Рельеф второй стадии связан с активизацией эрозии и врезом овражно-балочной сети в ложбины, в результате чего их длина в настоящий период редко больше 150–200 м. Балки растут и в настоящее время, однако активную стадию роста они миновали.

Покровоопределяющие и покровообразующие процессы контролируют механизмы дифференциации ПП, среди которых выделяется ведущий процесс, формирующий наибольшее число границ между почвенными комбинациями [12]. В черневой тайге таким механизмом является дифференциация увлажнения. На морфогенез почв склонов крутизной более 5°–6° влияет экспозиция, а вблизи бортов западин и палеоложбин – глубина залегания карбонатов. Ниже охарактеризуем ПП основных форм мезорельефа.

Водораздельные плоские поверхности. Рассмотрены на примере участка КУ-09, в пределах которого выделено пять форм микрорельефа (рис. 2): рассеивающий микроводораздел-бугор; микроводораздел-бугор с уплощенной вершиной; мелкая западина в седловине между двумя микроводоразделами-буграми; потяжина (мелкая ложбина) с неясными бортами; склон от микроводораздела-бугра к потяжине.

Из всех горизонтов в пространстве наиболее выдержан гор. АУ (рис. 3). Его мощность изменяется от 5–6 до 10–14 см. Переходный гор. АУ/ЕLа,g имеет большую вариабельность мощности и на склоне от бугра к ложбине переходит в гор. АЕL, диагностирующий серую почву. Элювиальные горизонты в пределах КУ-09 содержат большое количество марганцево-железистых нодулей и диагностированы как глееватые с повышенным содержанием гумуса (ЕLа,g). Наибольшей светлоты они достигают на микроводоразделе – бугре с плоской вершиной. По мере роста площади водосбора к ложбине гор. ЕLа,g замещается гор. НН: содержание ила становится больше почти в 3 раза (от 11 в нижней части гор. ЕLа,g почвы бугра до 32% в нижней части гор. НН). Изменяются и пути движения верховодки.

Границы ареалов гор. ЕL и НН заданы формой рельефа. Элювиальные горизонты имеют наибольшую мощность на рассеивающих микроводоразделах-буграх, где создаются наилучшие условия оттока верховодки, в этих местоположениях признаки остаточной гумусированности представлены малокопкостными белесо-серы-



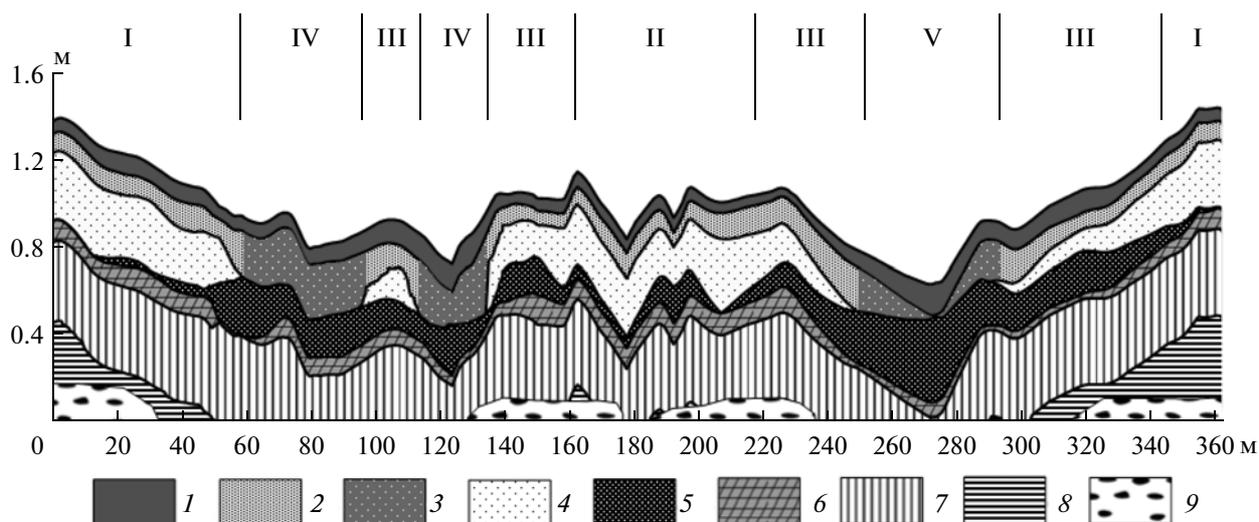
**Рис. 2.** Ключевой участок КУ-09. I – схема рельефа: черные точки – почвенные разрезы; стрелки – направление профиля (рис. 3) слева направо, начало в точке А; II – относительная мощность гор. НН; III – СПП: 1 – микропятнистость светло-серых глееватых высококовскипающих и остаточно-гумусированных; 2 – светло-серая глееватая остаточно-гумусовая; 3 – микропятнистость светло-серых и серых глееватых высококовскипающих остаточно-гумусовых; 4 – микропятнистость серых и темно-серых глееватых остаточно-гумусовых.

ми морфонами в самой нижней части гор. EL и в гор. BEL. В почвах микроводоразделов-бугров с уплощенной вершиной сочетаются гор. ELg и НН. Это единственное местоположение в пределах исследуемого района, где эти два горизонта встречены вместе. Наличие в почвах бугров гор. НН свидетельствует об остаточном генезисе этих горизонтов без их погребения. В то же время в условиях ополей европейской части России, с близким по морфологии рельефом, вторые гумусовые горизонты формировались преимущественно в результате погребения гумусовых горизонтов понижений [32].

Текстурные горизонты в пределах ключевого участка характеризуются пространственной выдержанностью мощности, которая увеличивается в ложбинах лишь на 10–20 см. В ложбинах текстурные горизонты содержат большее количество черных кутан на стенках крупных трещин, хотя последние спорадически встречаются и на других элементах микрорельефа. Глубина вскипания составляет 100–120 см на микроводоразделах, опускаясь до 2 м и более в ложбинах.

На почвы влияют почвенно-грунтовые воды, которые даже в сухие годы появляются на микроводоразделах в пределах двухметровой толщи. Воды находятся в тонких порах глин и пополняются за счет надыллювиальных и трещинно-иллювиальных верховодок. Вокруг этих пор за счет оглеения формируются сизоватые ореолы с охристой каймой. Длительная насыщенность почвенных пор водами уменьшает возможности формирования кутанного комплекса [22], поэтому текстурные горизонты почв плоских водоразделов имеют меньшую степень развития глинистых кутан, чем почвы расчлененных мезосклонов.

В пределах КУ-09 значительно изменяется мощность гор. НН (рис. 2 II). Она зависит от формы рельефа и предшествовавших фитотурбационных воздействий. В местах, где потоки верховодки расходятся, мощность гор. НН стремится к нулю. На рисунке стрелкой *a* обозначена почва, в которой остаточная гумусированность представлена морфонами в нижней части гор. ELa,g. Почва расположена в микроседловине с противоположно расходящимися линиями тока верховодки, что способствует активному разрушению оста-



**Рис. 3.** Почвенный профиль через КУ-09. Горизонты: 1 – АУ; 2 – АУ/ЕLа; 3 – АЕL; 4 – ЕLg/ЕLа,g; 5 – НН; 6 – ВЕLhh; 7 – ВТg,th; 8 – ВСg; 9 – ВСса,g. Почвы: I – светло-серая глееватая высококовскипающая; II – светло-серая глееватая остаточно-гумусовая; III – микровариация светло-серых и серых глееватых высококовскипающих остаточно-гумусовых; IV – серая глееватая остаточно-гумусовая; V – микровариация темно-серых и серых глееватых остаточно-гумусовых.

точно-гумусового горизонта. Рядом, на склоне бугра со слаборасходящимися линиями тока (b), мощность гор. НН уже составляет 17–20 см.

Средняя глубина залегания гор. ВЕL или НН/ВТ (переходных к текстурному) равна  $50 \pm 4$  см. По этому признаку все почвы КУ-09 отнесены к виду сверхглубокоосветленных.

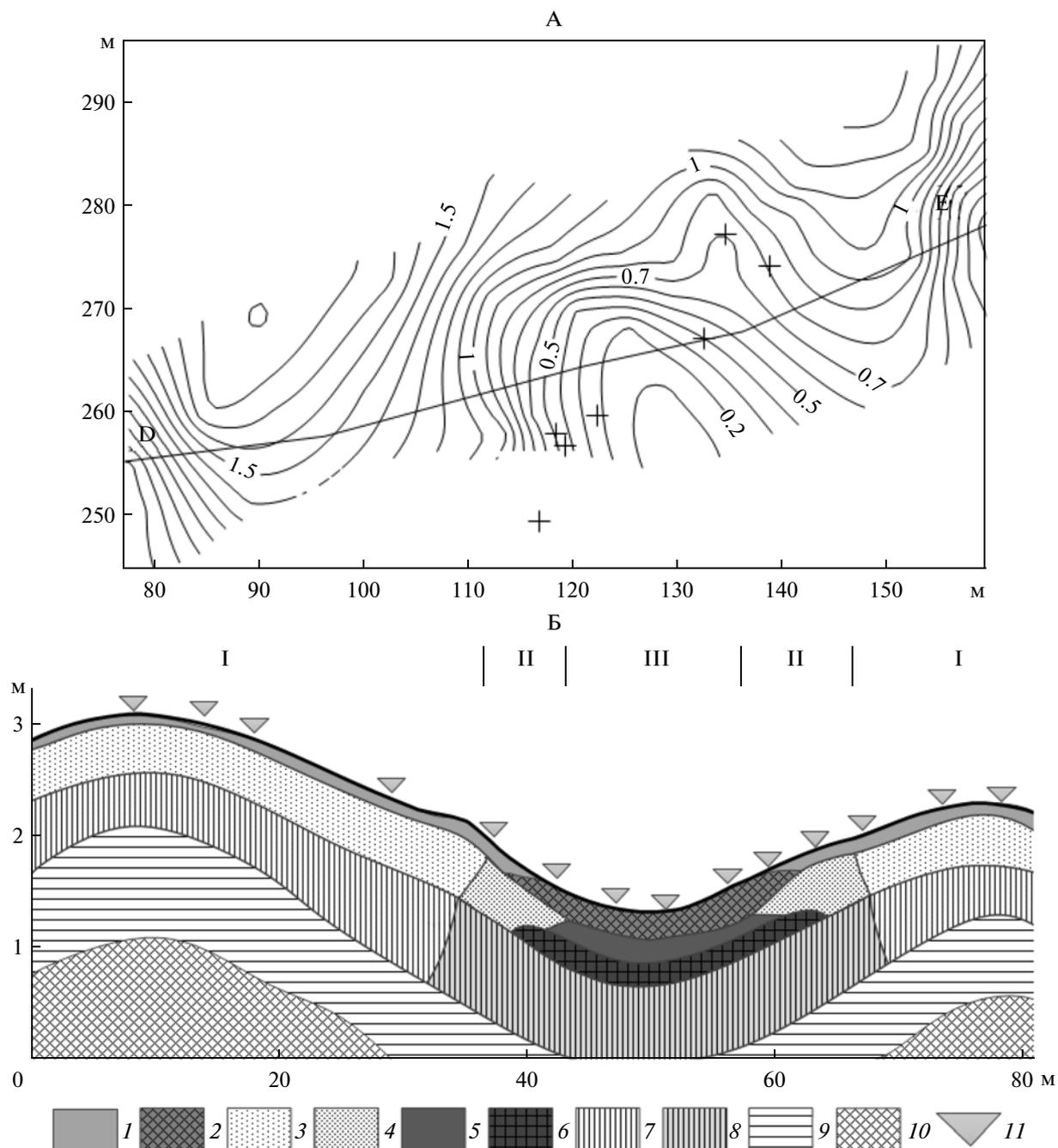
Полученные данные о распространении почв на КУ-09 обобщены в виде схемы строения ПП с четырьмя микрокомбинациями. Микроводоразделы-бугры заняты светло-серыми глееватыми высококовскипающими и остаточно-гумусированными почвами. Они занимают около 10–15% площади. Микроводораздел-бугор с уплотненной вершиной занят ареалом светло-серой глееватой остаточно-гумусовой почвы с вкраплениями предельных структурных элементов, связанных с ветровальными турбациями, приведшими к перемешиванию гор. НН и ЕL. Наибольшую площадь занимает микропятнистость светло-серых и серых глееватых (высоковскипающих) остаточно-гумусированных почв, расположенная между микроводоразделами и потяжинными ложбинами. В последних распространена микропятнистость серых и темно-серых глееватых остаточно-гумусовых (мощность гор. НН  $\geq 25$  см) почв.

На уровне мезокомбинаций почвенный покров плоских водоразделов относится к классу мезосочетаний-пятнистостей светло-серых глееватых высококовскипающих остаточно-гумусированных и серых/темно-серых глееватых остаточно-гумусовых почв.

Мезосклоны, дренируемые ложбинно-балочной сетью. ПП верхних частей мезосклонов охарактеризован на ключевом

участке КУ-08 и заложенном на нем профиле DE (рис. 4, 5). Профиль пересекает микро-мезосочетание дерново-подзолистой типичной и темно-серой остаточно-гумусовой глееватой почв. Дерново-подзолистая почва занимает микроводоразделы и их склоны, темно-серая залегает в днище ложбины. Граница между этими почвами представляет собой транзитный ареал серой остаточно-гумусированной темнокутанной почвы, имеющий ширину около 10 м. В дерново-подзолистой почве вершины микроводораздела субэлювиальный горизонт растянут (от 45 до 70 см) и состоит из двух подгоризонтов ВЕLct и ВTeI. Для первого характерно сочетание материала элювиального горизонта и останцов текстурного, для второго – скелетаны, часто залегающие поверх глинистых кутан. На склоне эти переходные горизонты выклиниваются, а средняя глубина верхней границы гор. ВТ составляет около 65 см, сохраняясь и в днище ложбины, где он становится темнокутанным (ВТth). Глубина вскипания от НСI колеблется от 170–200 см на микроводоразделах до 270 см в днище ложбины. Этот профиль хорошо иллюстрирует геоморфологическую нишу гор. НН в условиях сосредоточения поверхностного стока и относительно хорошего дренажа – собирающие склоны и днища ложбин.

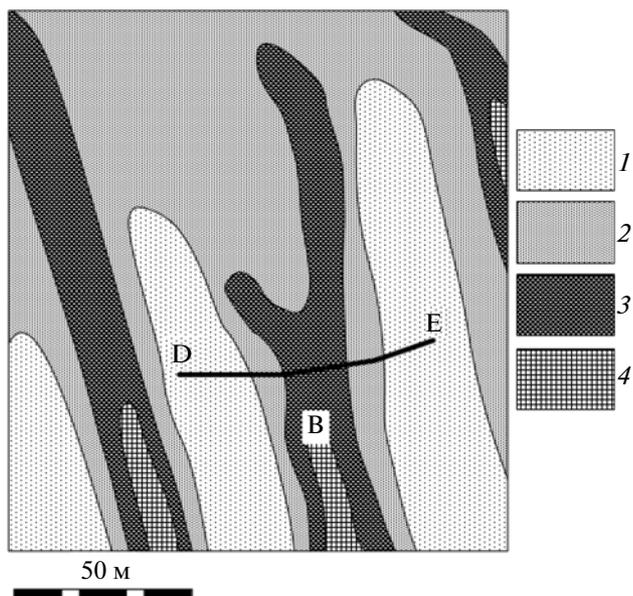
В отличие от водораздельных пространств на мезосклонах появляется микропятнистость светло-серых и дерново-подзолистых почв – типичная для низкогорных черневых лесов. Занимает она более 30% площади и приурочена к рассеивающим участкам склонов. Наибольшая площадь (40%) приходится на микросочетания светло-серых и серых остаточно-гумусированных почв слабовыраженных склонов к потяжинам и склонам



**Рис. 4.** Микро-мезосочетание светло-серой/дерново-подзолистой и темно-серой остаточно-гумусовой глееватой почв. А – расположение профиля DE в пространстве и изолинии; Б – профиль DE (рис. 5). Горизонты: 1 – AY; 2 – AU; 3 – EL+ELa; 4 – AELhh; 5 – AU/HH; 6 – HH; 7 – BEL + BT; 8 – BTth; 9 – BC; 10 – BCsa; 11 – точки опробования. Почвы: I – светло-серая/дерново-подзолистая; II – серые остаточно-гумусированные и остаточно-гумусовые глееватые; III – темно-серая остаточно-гумусовая глееватая.

ложбин. Микровариации серых и темно-серых остаточно-гумусовых почв в ложбинах занимают порядка 26% площади. Почвы трех микрокомбинаций сопряжены потоками надтекстурных верховодок, которые в весенний период выклиниваются на поверхность в нижних частях ложбин, вызывая размыв поверхности гумусового горизонта, что

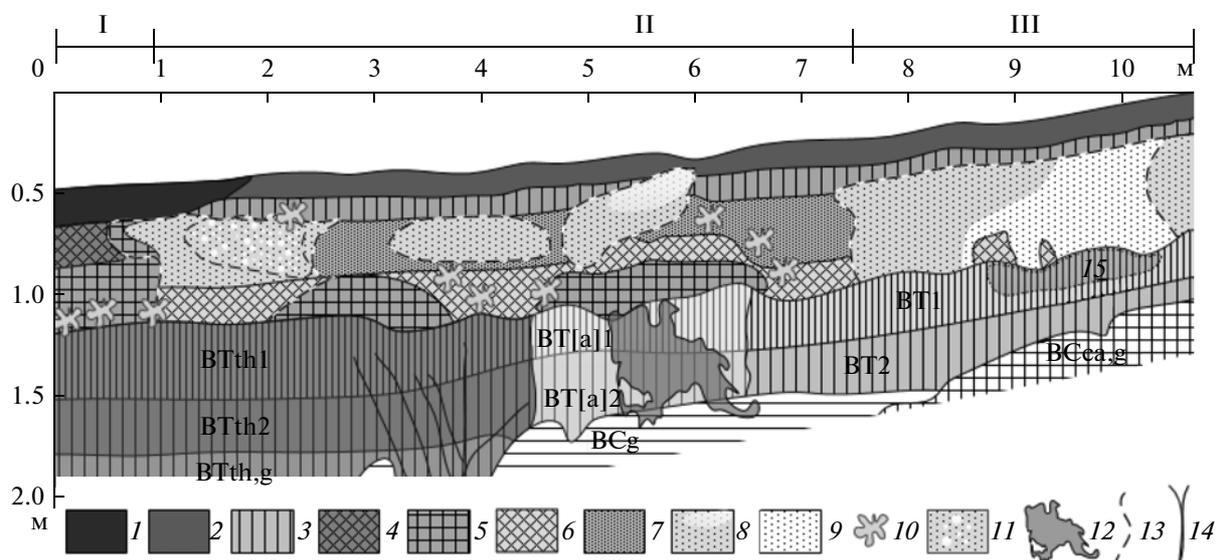
приводит к появлению темно-серых абрадируемых остаточно-гумусовых глееватых почв. Гор. BTth в них залегает на глубине не более 35–40 см. В ложбинах, заложенных на мезосклонах крутизной  $0.5^{\circ}$ – $3^{\circ}$ , внутрипочвенный сток переходит в поверхностный при достижении площади водосбора около 1 га. Проведена оценка объемов



**Рис. 5.** Микрокомбинации слабонаклонных склонов (КУ-08): 1 – микропятнистость светло-серых и дерново-подзолистых почв; 2 – микросочетание светло-серых и серых остаточно-гумусированных (а также остаточно-гумусовых) темнокутаных глубинно-глееватых; 3 – микровариация серых и темно-серых остаточно-гумусовых глееватых; 4 – темно-серые остаточно-гумусовые темнокутаные глееватые абра-дированные.

верховодок, проходящих через поверхностные горизонты в темно-серой почве, несколько выше места появления поверхностного стока (точка В на рис. 5). Расчет проведен для латерально фильтрующего горизонта (AU + AU/НН + НН) мощностью 70 см на основании как модуля стока (по данным [11]), так и климатических данных. При этом исходили из того, что весь сток верховодки с площади в 1 га проходит над текстурным горизонтом. Грунтовым стоком пренебрегли, так как глины обладают плохими фильтрационными свойствами. Получены схожие результаты – около 500 л/год воды через сечение 10 × 10 см. Эти величины подтверждают определяющую роль дифференциации увлажнения, как механизма формирования рассматриваемых микрокомбинаций с остаточно-гумусовыми почвами.

Для характеристики границы между светло- и темно-серыми почвами рассмотрим склон ложбины, вскрытый траншеей (рис. 6). Установлено, что изменение свойств поверхностных горизонтов, расположенных выше текстурного гор. ВТ, сопровождается формированием нескольких резких границ полиморфонов. Формирование полиморфонов связывается с ветровальными почвенными комплексами, следы которых сохраняются даже после выравнивания нанорельефа [3, 29]. Возможность сохранения следов вывалов в почвах в течение тысячелетий доказана путем радио-



**Рис. 6.** Схема залегания горизонтов и почв на склоне ложбины (траншея Тр-12). Горизонты и морфоны: 1 – AU; 2 – AY; 3 – AY/AEL; 4 – AU/НН; 5 – НН; 6 – AELhh; 7 – AEL; 8 – AEL, но более светлый, чем предыдущий, на месте ветровалов; 9 – ELa; 10 – скопления морфонов гор. ВТ (останцы); 11 – скопление отмытого пылеватого материала “глазки”; 12 – темногумусовая структура древнего вывала; 13 – границы полиморфонов, отличающихся комплексом признаков ветровального морфогенеза и выделяющихся от граничащих горизонтов более заметным общим осветлением; 14 – скопление крупных магистральных трещин с кутанами толщиной более 1 мм; 15 – наиболее кольматированный участок гор. ВТ. Почвы и СПП: I – темно-серая остаточно-гумусовая темнокутанная глееватая; II – микропятнистость серых остаточно-гумусовых и серых остаточно-гумусированных глееватых; III – микропятнистость светло-серых и серых глееватых с признаками остаточной гумусированности высококовскипающих.

## Факторно-генетическая схема почвенного покрова

Покровообразующие процессы	Нижне-среднеплейстоценовый озерно-болотный седиментогенез (тайгинская свита). Средне-позднеплейстоценовое снижение регионального базиса эрозии и формирование толщ покровных лёссовидных глин			
Территории	Плоские водораздельные поверхности			
Покровообразующие процессы	Криогенез (?) и проседочные явления, слабая денудация			
	Рельеф первой постседиментационной стадии			
Механизмы дифференциации ПП	Микроводоразделы-бугры	Микросклоны	Потяжины, ложбины	Западины
	Микроводоразделы между ложбинами и ложбинами		Длинные и широкие ложбины с неясными бортами	
Тектонические подвижки и/или гумидизация климата → снижение базиса эрозии и активизация денудационно-эрозионных процессов				
Рельеф второй постседиментационной стадии				
Механизмы дифференциации ПП	Микроводоразделы	Склоны к ложбинам и балкам	Ложбинная сеть	Балки и долины рек
	Дифференциация увлажнения, глубина подстилки карбонатными глинами, смыв в ложбинах			
Отток вод/мес-(гидр)	Слабое натеchnое и влияние ППВ/мес-гидр	Натеchnое и влияние ППВ/гидр	Застойное/гидр	Отток вод/кс-мес
	ССвск-(тк)-г-(ог) Свск-тк-г-(ог)	Стк-г-оги Тстк-г-оги	ЭГ (в широких с невыраженными склонами) ПГ (узкие и выраженные склоны)	ДПвск-ск ДПт-(ск) ССт-(ск)
Модальные почвы	ДП/ССвск-(тк)-г-(ог)	Свск-(тк)-г-(ог) Свск-тк-г-(ог)	ЭГ (в широких с невыраженными склонами) ПГ (узкие и выраженные склоны)	Склоны к балкам: ДПт ССт Склоны к ложбинам: СС(ог)-(тк) Сог-тк-г
	Свск-(тк)-г-(ог) Свск-тк-г-(ог)	Стк-г-оги Тстк-г-оги	ЭГ (в широких с невыраженными склонами) ПГ (узкие и выраженные склоны)	Склоны к балкам: ДПт ССт Склоны к ложбинам: СС(ог)-(тк) Сог-тк-г
Экспозиционный эффект и криповая денудация				
Различия в гидро-термическом режиме "теплых" и "холодных" склонов, их верхних и нижних частей				
Северная экспозиция ДПск-вск Пвск-гл-нгло Южная экспозиция ДПвск-гло ССвск-г-нгло Днища балок СНСГ				

Примечание. Типы почв: ДП – дерново-подзолистые, СС – светло-серые, С – серые; ТС – темно-серые; ЭГ – элювиально-глеевые; ПП – перетнойно-глеевые; П – подзолистые; СН – смыто-намытые; СНСГ – смыто-намытые серогумусовые глеевые. Подтипы: т – типичные; тк – темнокутаные; г – глееватые; гл – глеевые; ог – остаточного-гумусированные; оги – остаточного-гумусовые; вк – высококислотные; ск – обильные скелетаны в гор. ВТел. Видлы: гло – глубоководные; нгло – неглубоководные. Тип увлажнения: кс – ксероморфный; мез – мезоморфный; п/гидр – полугидроморфный; гидр – гидроморфный. ППВ – влияние почвенно-грунтовых вод. В скобках указан непостоянный признак для данного местоположения.

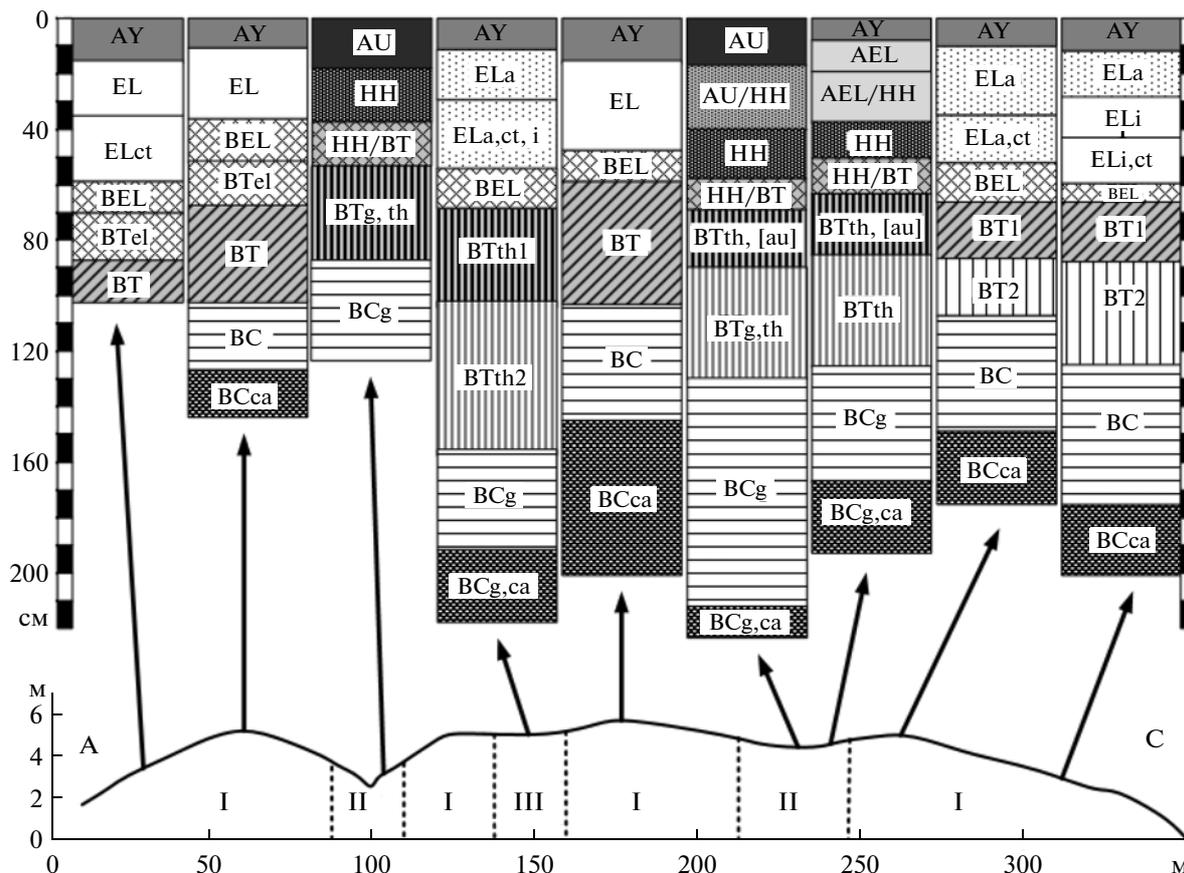


Рис. 7. ПП нижних частей мезосклонов, рассеченных балками (профиль АС). I – микропятнистость дерново-подзолистых и светло-серых почв; II – микровариация серых и темно-серых остаточно-гумусовых глееватых темнокутаных почв; III – светло-серые темнокутаные почвы.

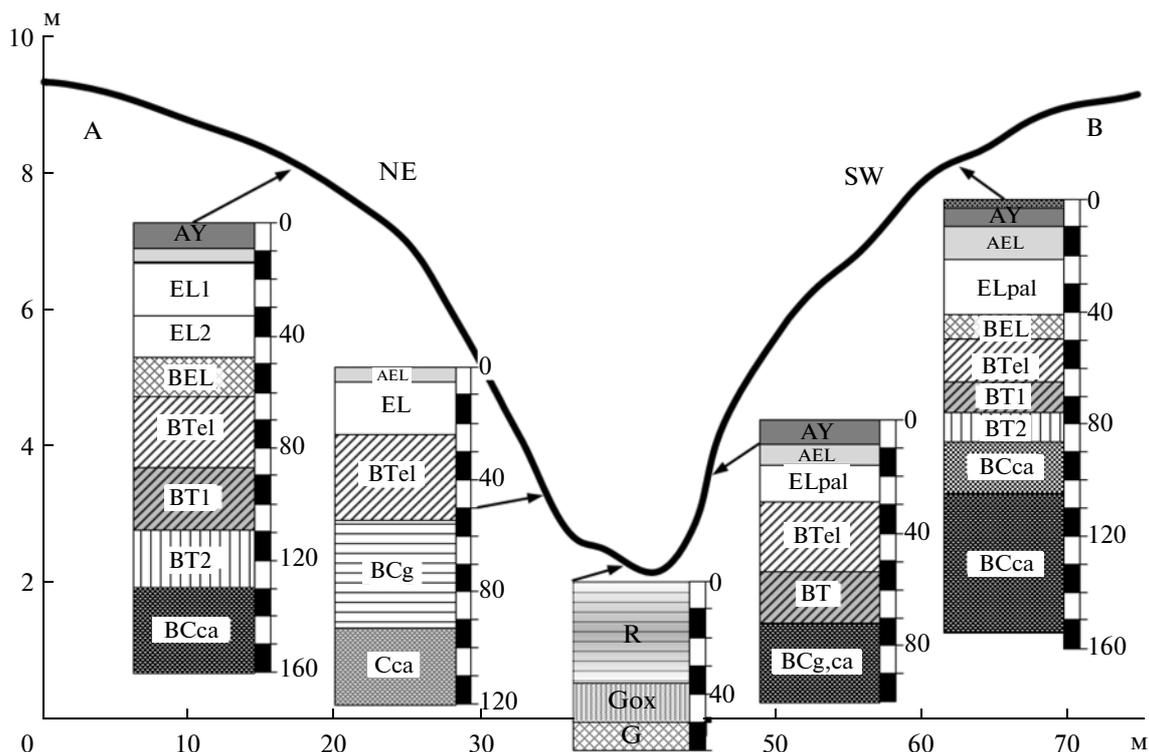
углеродного датирования [1, 61]. Границы полиморфонов наблюдаются как внутри элементарных почвенных ареалов, так и формируют границы между ними. Наиболее контрастна граница серой и темно-серой почв.

Самым плавным изменением свойств в пределах траншеи характеризуются текстурные горизонты, но даже в них отмечены явные вертикальные границы. Например, на отрезке 5–6.5 м гор. ВТ пересечен темногумусовым полиморфоном, образованным глубоким (130 см) древним вывалом; на отрезке 2.5–4 м наблюдается скопление крупных вертикальных магистральных трещин, ниже которых текстурный горизонт увеличивает мощность в 2 раза (рис. 6).

Рассматриваемая микрокатена располагается в пределах палеоложбины первой стадии, поэтому почвообразующие породы унаследовали признаки глееватости и повышенное содержание карбонатов, в форме журавчиков. В верхней части склона ложбины почвы относятся к подтипу высоковыкипающих в отличие от аналогичных почв профиля DE на КУ-08, который находится вне палеоложбин. Отметим, что в интервале 0–4 м

траншеи, линия вскипания резко опускается до глубины более 3.5 м, что не может быть связано с изменением интенсивности процессов выщелачивания и маркирует древний размыв, заполненный бескарбонатной глиной. Положение борта промоины совпадает со скоплением крупных магистральных трещин. Унаследованный характер ложбин согласуется с данными для Восточно-Европейской равнины [19].

Для описания ПП нижних, более дренированных частей мезосклонов, рассеченных балками, заложен профиль АС (рис. 7). ПП состоит из микро-мезосочетаний дерново-подзолистых микроводоразделов и темно-серых остаточно-гумусовых глееватых почв ложбин. Характер границ между модальными компонентами рассеивающих и собирающих позиций контрастный. Наименьшая установленная дистанция от дерново-подзолистой до темно-серой остаточно-гумусовой глееватой почвы составила 3–4 м и была зафиксирована на перегибе от склона (крутизна 6°) к днущу ложбины (крутизна 1°), соответственно. В наиболее выпуклых позициях появляются почвы с растянутым субэлювиальным горизонтом



**Рис. 8.** Почвы балок. NE – северо-восточный склон с микровариацией дерново-подзолистой сверхглубокоосветленной высококовскипающей и подзолистой глеевой неглубокоосветленной. SW – юго-западный склон с микровариацией дерново-подзолистой палевой глубокоосветленной высококовскипающей и дерново-подзолистой палевой высококовскипающей глееватой.

мощностью до 35 см. Это связано с крайне малой площадью водосбора, что препятствует формированию верховодки, благоприятствующей появлению вывалов. В связи с этим снижается вероятность ветровальных импактов, углубляющих и создающих более контрастную верхнюю границу гор. ВТ. На длинных склонах к балкам и долинам в слабовогнутых позициях появляются остаточно-гумусированные темнокутаные светло-серые и серые почвы. Типичный компонент ПП черневой тайги – сверхглубокоосветленные светло-серые и дерново-подзолистые почвы – занимают уже более 80–85% площади.

Таким образом, ПП мезосклонов относится к мезосочетаниям дерново-подзолистых и светло-серых почв с темно-серыми остаточно-гумусовыми темнокутаными и наиболее распространен на изучаемой территории.

Почвенный покров балок. Балки отделяются от прибалочных склонов по резкому перегибу в области бровки и имеют покатые и средней крутизны склоны (северные 7°–12° и южные 10°–23°, вплоть до 30°). В формировании ПП, кроме дифференциации увлажнения, играет роль экспозиция, а в нижних частях и почвенно-грунтовые воды. В верхних частях склонов южных экспозиций формируются дерново-подзолистые

высоковскипающие почвы (рис. 8). Это наиболее прогреваемые и сухие почвы под осочковыми пихтарниками. В них происходит смыкание зоны иллювирувания и горизонта, содержащего карбонаты, с образованием специфического гор. ВТса. Этот горизонт вместо призматической педогенной структуры имеет плитчатую литологическую делимость и мощные кутаны на поверхности этих плиточек (толщина 0.5–1 см, в поперечнике первые сантиметры), а также кутаны в вертикальных трещинах, рассекающих этот горизонт. Поверхности плиточек имеют текстуры скольжения, связанные со сползанием массы (крип). На склонах с крутизной 28°–30° встречаются стратоземы, в которых отдельные агрегаты гор. ВСса вскипают от НС1 уже на глубине 9 см.

Наибольшей мощности элювиальные горизонты в почвах балок достигают в дерново-подзолистых почвах северных склонов (до 55 см), которые также характеризуются формированием растянутого переходного гор. BEL–BTeL. В нижних частях склонов северных экспозиций развиты дерново-подзолистые неглубокоосветленные глеевые почвы с наименее мощным гор. АУ (4–6 см). Почвы северных склонов имеют в 2.5 раза более высокие коэффициенты дифференциации по илу, чем южные.

В узких днищах балок распространены смыто-намытые почвы, в которых на глеевом горизонте в зависимости от преобладания эрозионно-аккумулятивных процессов формируются почвы от глееземов стратифицированных и серогумусовых глеевых до темногумусовых глееватых на погребенных темногумусово-глеевых почвах микро-террас. На мезоуровне ПП балок отнесен к мезосочетаниям дерново-подзолистых и светло-серых почв склонов с различной степенью осветления и глееватости с органо-аккумулятивными почвами и глееземами днищ.

Северная часть ареала черневой тайги в системе почвенно-географического районирования. В схеме почвенно-экологического районирования [48] подтайга юго-востока Западно-Сибирской равнины разделена на две провинции, различающиеся рельефом: равнинную на Обь-Иртышском междуречье и предгорную, расположенную к востоку от р. Обь и опоясывающую Томь-Колыванскую складчатую зону и отроги Кузнецкого Алатау. Рассматриваемый ПП расположен в предгорной Приалтайской провинции, Томь-Кийском округе серых лесных и дерново-глубокоподзолистых глинистых и суглинистых почв на лёссовидных отложениях [48], Томском р-не глубокооподзоленных почв [15]. В пределах этого района северная часть ареала черневой тайги занимает высотный уровень от 170–200 до 270 м (максимальные высоты) и представляет собой первую ступень высотной поясности, отражающей наличие вертикальной дифференциации факторов среды в пределах предгорной подтайги. В черневой тайге по сравнению с подтаежными ландшафтами склонов междуречья значительно уменьшается роль таких типичных [10] для подтайги факторов, как эрозионно-аккумулятивные и оползневые явления, сельскохозяйственное использование почв. Поэтому в черневой тайге, за исключением балок и долин, дифференциация почвенного покрова практически полностью определяется характером увлажнения.

Современная граница между черневой тайгой и подтайгой в пределах междуречья в целом имеет высотную лито-биоклиматическую природу. Однако в результате русской крестьянской колонизации, за последние 4 века произошло смещение подтаежных разнотравно-злаковых лесов и проградированных под ними почв в сторону осиново-пихтовой высокотравной тайги. Поэтому границы между этими экосистемами часто проходят по долинам рек и ручьев, маркируя пределы зон освоения, что также отмечено и для границ подтайги и черневой тайги Салаира [21, 27]. Вытеснение высокотравных лугов черневого пояса сообществами с доминированием злаков происходит даже при относительно слабых воздействиях (например, сенокошение) [33]. Такие луга при вто-

ричных сукцессиях успешнее зарастают сосной и березой, чем осиной, что и способствует продвижению ландшафтов подтаежного облика на более высокие отметки рельефа – вглубь черневой тайги.

Из приведенных данных о ПП северной предгорной части ареала черневой тайги следует, что его отличия от типичных низкогорных районов вызваны не климатическими причинами, связанными с более северным положением, а литолого-геоморфологическими. На севере ареала отсутствуют буроземы и почвы на плотных породах или с их близким залеганием; в условиях слабого дренажа, на склонах к западинам и палеоложбинам появляются высококовскипающие подтипы почв; в вогнутых элементах микрорельефа формируются остаточно-гумусовые почвы. Широкое распространение последних сближает черневую тайгу Томь-Яйского междуречья с равнинной южной тайгой Западной Сибири. Однако в черневой тайге отсутствуют почвы с грубогумусовыми и органогенными горизонтами, даже в местоположениях с затрудненным дренажем.

Томь-Яйское междуречье в трансформированном варианте повторяет общие закономерности высотной организации ПП западных склонов гор юга Сибири, когда нижние ступени, занятые лесостепными и подтаежными экосистемами, сменяются при увеличении абсолютных отметок черневыми.

## ВЫВОДЫ

1. Северный экотон черневой тайги располагается в пределах Томь-Яйского междуречья (юго-восток Западной Сибири) на абсолютных отметках выше 170–200 м и представляет собой первую ступень высотной поясности в пределах предгорной подтаежной Приалтайской провинции. Это отражено в наборе компонентов почвенного покрова, имеющего черты как гемибореальной черневой тайги низкогорий (дерново-подзолистые сверхглубокоосветленные почвы), так и подтайги юга Западной Сибири (темно-серые и серые остаточно-гумусовые почвы).

2. Выделены три основные формы мезорельефа и соответствующие им комбинации: 1) водораздельные поверхности с мезосочетаниями-пятнистостями светло-серых глееватых высококовскипающих остаточно-гумусированных и серых/темно-серых глееватых остаточно-гумусовых почв; 2) доминирующие по площади мезосклоны, дренируемые ложбинно-балочной сетью, с мезосочетаниями дерново-подзолистых и светло-серых почв с темно-серыми остаточно-гумусовыми темнокутанскими; и 3) ложбино-балочная сеть с мезосочетаниями дерново-подзолистых и светло-серых почв с различной степенью осветления и глееватости на склонах балок и органо-аккумулятивных почв и глееземов в днищах балок.

3. Предлагается ввести в новую Классификацию почв России “остаточно-гумусовый” горизонт, а также признаки “темнокутанный” и “остаточно-гумусированный”. Главной особенностью остаточных гумусовых горизонтов черневой тайги является наличие на гранях агрегатов тонких гумусово-глинистых кутан. Эти горизонты встречаются в почвах ложбин и собирающих склонов.

4. Общей закономерностью строения почвенного покрова черневой тайги Томь-Яйского междуречья в направлении движения от водораздельных поверхностей к мезосклонам, рассеянным балками, является уменьшение доли глееватых почв (почти от 100 до 10–15%) и почв с признаками остаточной гумусированности (от 80–90 до 10–15%).

5. По составу почвенный покров водораздельных поверхностей ближе к таковому зональных ландшафтов подтайги и южной тайги Западной Сибири, за счет преобладания по площади остаточных гумусовых и остаточных гумусированных подтипов почв. А рассеянные мезосклоны, где доминируют светло-серые и дерново-подзолистые сверхглубокоосветленные почвы — к типичной черневой тайге низкогорий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александровский А.Л. Возраст и эволюция почв древних вывалов // Мат-лы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Петрозаводск, 2012. С. 27–28.
2. Базилевич Н.И., Титлянова А.А. Биологический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 381 с.
3. Бобровский М.В. Лесные почвы европейской России. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2010. 359 с.
4. Будников А.Л., Русанов Г.Г. Озерные отложения эпохи последнего (сартанского) оледенения в долинах Салаира // Фундаментальные проблемы четвертичного периода: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. V Всерос. совещание по изучению четвертичного периода. М.: Геос, 2007. С. 441–443.
5. Величко А.А., Морозова Т.Д., Бердников В.В., Нечаев В.П., Цацкин А.И. Палеогеографические предпосылки дифференциации почвенного покрова и развития эрозионных процессов // Почвоведение. 1987. № 10. С. 102–112.
6. Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. С. 54–60.
7. Гаджиев И.М. Эволюция почв южной тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. 280 с.
8. Гаджиев И.М., Дюкарев А.Г. О своеобразии почв черневой тайги Томь-Яйского водораздела // География, плодородие, бонитировка почв Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1984. С. 56–79.
9. Герасимова М.И., Лебедева И.И., Хитров Н.Б. Индексация почвенных горизонтов: состояние вопроса, проблемы и предложения // Почвоведение. 2013. № 5. С. 627–638. DOI: 10.7868/S0032180X13050031.
10. Гераско Л.И. Подтайга Западной Сибири: ландшафтно-динамические аспекты // Сиб. экол. журн. 2007. № 5. С. 719–725.
11. Гидрогеохимические исследования Колывань-Томской складчатой зоны. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1971. 284 с.
12. Горячкин С.В. Почвенный покров Севера. М.: Геос, 2010. 414 с.
13. Добродеев О.П. Состав и происхождение покровных глин Саяна и Кузнецкого Алатау // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. 1965. № 4. С. 33–40.
14. Дюкарев А.Г. Ландшафтно-динамические аспекты таежного почвообразования в Западной Сибири. Томск: Изд-во НТЛ, 2005. 284 с.
15. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Почвенно-географическое районирование Томской области // Почвоведение. 2002. № 3. С. 282–294.
16. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Почвы Васюганской равнины со сложным органофильем // Почвоведение. 2011. № 5. С. 525–538.
17. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Почвы Обь-Томского междуречья // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2011. № 3 (15). С. 16–37.
18. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н., Дюкарев Е.А. Температурный режим глубокоподзоленных почв Томь-Яйского междуречья // Совр. пробл. генезиса, географии и картографии почв. Томск, 2011. С. 35–38.
19. Еременко Е.А., Панин А.В. Ложбинный мезорельеф Восточно-Европейской равнины. М.: Мирос, 2010. 192 с.
20. Ермаков Н.Б. Разнообразие бореальной растительности Северной Азии. Гемибореальные леса. Классификация и ординация. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 232 с.
21. Завалишин А.А. Почвы Кузнецкой лесостепи // Мат-лы Кузнецко-Барнаульской почвенной экспедиции 1931 г. М.—Л., 1936. Ч. 3. С. 21–202.
22. Зайдельман Ф.Р. Лессиваж и его связь с гидрологическим режимом почв // Почвоведение. 2007. № 2. С. 133–144.
23. Каллас Е.В., Никитич П.А. Гумусовые профили дерново-подзолистых почв Салаира // Мат-лы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Петрозаводск, 2012. Кн. 3. С. 67–68.
24. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
25. Ковалев Р.В., Корсунов В.М., Шоба В.Н. Процессы и продукты почвообразования в темнохвойных лесах. Новосибирск: Наука, 1981. 153 с.
26. Корсунов В.М. Генетические особенности глубокоподзолистых почв черневой тайги Салаира и некоторые элементы современного почвообразования // Лесные почвы горного окаймления юго-востока Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1974. С. 133–192.
27. Лащинский Н.Н. Растительность Салаирского кряжа. Новосибирск: Гео, 2009. 263 с.
28. Лесные почвы Алтае-Саянской области. Красноярск, 1977. С. 48–56.
29. Лойко С.В., Бобровский М.В., Новокрещенных Т.А. Признаки ветровального морфогенеза в фоновых

- почвах черневой тайги (на примере Томь-Яйского междуречья) // Вестн. Том. ун-та. Биология. 2013. № 4(24). С. 20–35.
30. Лойко С.В., Герасько Л.И. Факторы дифференциации и компонентный состав почвенного покрова таежных экосистем Томь-Яйского междуречья // Вестн. Том. ун-та. Биология. 2009. № 1(5). С. 63–70.
  31. Лойко С.В., Герасько Л.И., Кулижский С.П. Группировка носителей почвенной памяти (на примере северной части ареала черневых экосистем) // Вестн. Том. ун-та. Биология. 2011. № 3(15). С. 38–49.
  32. Макеев А.О. Поверхностные палеопочвы лёссовых водоразделов Русской равнины. М.: Молнет, 2012. 260 с.
  33. Мальцева Т.В., Макунина Н.И. Луга северо-западной части Кузнецкого Алатау // Растительность России. 2005. № 7. С. 78–81.
  34. Назимова Д.И., Пономарев Е.И., Степанов Н.В., Федотова Е.В. Черневые темнохвойные леса на юге Красноярского края и проблемы их обзорного картографирования // Лесоведение. 2005. № 1. С. 12–18.
  35. Петров Б.Ф. Древняя кора выветривания и послетретичные отложения западной части Кузнецкого Ала-Тау (Горная Шория) // Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Исследования по вопросам генезиса почв. Т. XIX. Вып. 2. 1939. С. 3–37.
  36. Петров Б.Ф. Малопрмерзающие почвы в Сибири // Тр. Комитета по вечной мерзлоте. 1939. Т. 7. С. 125–129.
  37. Петров Б.Ф. Почвы Алтае-Саянской области // Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 1952. Т. 35. 245 с.
  38. Петров Б.Ф. Почвы Кузнецкого Алатау // Почвоведение. 1946. № 11. С. 649–660.
  39. Подурец О.И. Почвы горного окаймления Кузнецкой котловины // Вестн. Кузбасской гос. пед. академии. 2013. № 4(29). С. 103–111.
  40. Полевой определитель почв России. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
  41. Почвенный покров Нечерноземья и его рациональное использование. М.: Агропромиздат, 1986. 245 с.
  42. Салтыков А.В., Пузанов А.В. Почвы черневых лесов Алтае-Саянской горной страны (география, экология, свойства и биогеохимия) // Ползуновский вестн. 2006. № 2. С. 295–301.
  43. Салтыков А.В., Пузанов А.В. Почвы черневых лесов Западной Сибири // Совр. пробл. генезиса, географии и картографии почв. Томск: Копи-М, 2011. С. 99–103.
  44. Смирнова О.В., Луговая Д.Л., Проказина Т.С. Модельная реконструкция восстановленного лесного покрова таежных лесов // Успехи совр. биологии. 2013. Т. 133. № 2. С. 164–177.
  45. Таранов С.А. Экологические и генетические особенности почв лесного пояса Горной Шории. Дис. ... канд. биол. наук. М., 1970. 239 с.
  46. Тонконогов В.Д. Глинисто-дифференцированные почвы европейской России. М.: Изд-во Почв. ин-та им. В.В. Докучаева, 1999. 156 с.
  47. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. Новосибирск: Наука, 1975. 300 с.
  48. Урусевская И.С., Алябина И.О., Винюкова В.П., Востокова Л.Б., Дорофеева Е.И., Шоба С.А., Щипихина Л.С. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. М. 1 : : 2500000. М., 2013.
  49. Хитров Н.Б. Создание детальных почвенных карт на основе интерполяции данных о свойствах почв // Почвоведение. 2012. № 10. С. 1045–1056.
  50. Хитров Н.Б., Лойко С.В. Структура почвенного покрова плоских водораздельных пространств Каменной Степи // Почвоведение. 2010. № 12. С. 1411–1423.
  51. Хмелев В.А., Панфилов В.П., Дюкарев А.Г. Генезис и физические свойства текстурно-дифференцированных почв. Новосибирск: Наука, 1988. 127 с.
  52. Хорольская Г.П. Делювий западной части Горной Шории и его инженерно-геологическая характеристика. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Ташкент, 1978. 25 с.
  53. Шумилова Л.В. Ботаническая география Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1962. 439 с.
  54. Экология сообществ черневых лесов Салаира / Под ред. Н.Н. Лашинского и др. Новосибирск: Наука, 1991. 73 с.
  55. Элементарные структуры почвенного покрова Нечерноземной полосы // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Вып. VIII. 1975. 207 с.
  56. Achat D.L., Bakker M.R., Augusto L., Derrien D., Gallegos N., Lashchinskiy N., Milin S., Nikitich P., Raudina T., Rusalimova O., Zeller B., Barsukov P. Phosphorus status of soils from contrasting forested ecosystems in southwestern Siberia: effects of microbiological and physicochemical properties // Biogeosciences. 2013. 10. P. 733–752. DOI: 10.5194/bg-10-733-2013
  57. Cornu S., Quenard L., Cousin I., Samouelian A. Experimental approach of lesvage: Quantification and mechanisms // Geoderma. V. 213. 2014. P. 357. DOI: 370. 10.1016/j.geoderma.2013.08.012
  58. 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.
  59. Kuehn P., Billwitz K., Bauriegel A., Kuhn D., Eckelmann W. Distribution and genesis of Fahlerden (Albeluvisols) in Germany. Review Article // J. Plant Nutr. Soil Sci. 2006. V. 169. P. 420–433. DOI: 10.1002/jpln.200521963
  60. Quénard L., Samouélian A., Laroche B., Cornu S. Lessivage as a major process of soil formation: a revisitation of existing data // Geoderma. 2011. V. 167–168. P. 135–147. DOI: 10.1016/j.geoderma.2011.07.031
  61. Samonil P., Schaetzl R.J., Valtera M., Goliáš V., Baldrian P., Vašíčková I., Adam D., Janík D., Hort L. Cross-dating of disturbances by tree uprooting: Can tree-throw microtopography persist for 6000 years? // Forest Ecology and Management. 2013. V. 307. P. 123–135. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.06.045
  62. Sauer D., Schulli-Maurer I., Sperstad R., Sørensen R., Stahr K. Albeluvisol development with time in loamy marine sediments of southern Norway // Quaternary International. 2009. V. 209. P. 31–43. DOI: 10.1016/j.quaint.2008.09.007
  63. Szymański W., Skiba M., Skiba S. Fragipan horizon degradation and bleached tongues formation in Albeluvisols of the Carpathian Foothills, Poland // Geoderma. 2011. V. 167–168. P. 340–350. DOI: 10.1016/j.geoderma.2011.07.007