



ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ И ГЕНЕЗИСА ПОЧВ БАЛАГАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕЙ СИБИРИ И ИХ ЭКОЛОГО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

© 2019 Н. А. Мартынова , В.Ю. Власова

Адрес: ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет, 664003, Россия, г. Иркутск,
ул. К. Маркса, 1. E-mail: natamart-irk@yandex.ru

Цель исследования. Изучение особенностей свойств и генезиса естественных почв лесостепных районов Балаганской степи.

Место и время проведения. Окрестности пос. Балаганск Балаганского района Иркутской области, 2013-2018 гг.

Методология. Комплексные полевые и лабораторные исследования почвенного покрова и свойств почв изучаемой территории с применением почвенно-морфологического, педо-литологического, климатостратиграфического, ботанического, геолого-геоморфологического и сравнительно-географического, различных физико-химических методов анализа.

Основные результаты. Проведены исследования свойств почв Балаганской лесостепи и оценка их классификационного положения. Выявлены основные закономерности географического распространения почв и влияния на их экологию различных факторов и условий почвообразования. Определено, что на остепненных пространствах изучаемого района формируются преимущественно черноземы глинисто-иллювиальные и текстурно-карбонатные; под лесной растительностью развиваются остаточно-карбонатные серые, темно-серые, серые и темно-серые метаморфические почвы, буроземы; на пойменных пространствах формируются глееземы и темно-гумусовые глееватые почвы.

Заключение. Почвы Балаганской лесостепи развиваются на элюво-делювии карбонатных кембрийских красноцветных алевролитов и лёссовых покровов, обладают достаточно высоким природным плодородием и эколого-ресурсным потенциалом; характеризуются большим разнообразием и сложным (полигенетичным) строением профиля, что отражает смену условий почвообразования в голоцене-плейстоцене.

Ключевые слова: почвенный покров; Балаганская лесостепь; генезис почв; свойства почв; эколого-ресурсный потенциал

Цитирование: Мартынова Н.А., Власова В.Ю. Особенности свойств и генезиса почв Балаганской лесостепи и их эколого-ресурсный потенциал // Почвы и окружающая среда. 2019. Том 2. № 4. е33. doi: 10.31251/pos.v2i4.33

ВВЕДЕНИЕ

Первые исследования почв в лесостепной части Балаганского округа, проведенные в конце XIX в. Н. Н. Агапитовым (Агапитов, 1881) и Я. П. Прейном (Прейн, 1890), выявили такие почвы как: 1) «красные глины» (современные буроземы остаточно-карбонатные (Классификация, 2004) или дерново-карбонатные почвы (Классификация, 1977); 2) «гороховатые» или «крупитчатые» земли (черноземовидные или темно-серые глееватые (Классификация, 2004) или лугово-черноземные почвы (Классификация, 1977); 3) «пыхуны» («буковина», «опухоль») и собственно «черно-земь» («черные крепкие земли») - (темносерые и черноземы глинисто-иллювиальные (Классификация, 2004) или темно-серые лесные и черноземы выщелоченные (Классификация, 1977); 4) «бузун, трунда» (темно-гумусово-глеевые (Классификация, 2004) или луговые (Классификация, 1977); 5) глины мясниковые» (эродированные дерново-элювоземы (глееватые) (Классификация, 2004)); 6) солонцы (солонцы темные, солончаки глеевые (Классификация, 2004)). Почвы Лено-Ангарской лесостепи изучали разные исследователи (Николаев, 1948; Макеев, 1959; Макеев, Ногина, 1962; Надеждин, 1961; Карнаухов, 1977, 1980; Почвоведы ..., 2004; Воробьева, 2010; Воробьева и др., 2010а). Для увеличения посевных площадей и более рационального использования богатых природных ресурсов района необходимо более глубокое изучение его почвенного покрова. Но до конца еще не исследованы особенности генезиса и свойств балаганских почв, влияния на них почвообразующих и подстилающих пород, климата и рельефа, чем и обусловлена актуальность проведенного исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования послужили почвы Лено-Ангарской лесостепи, а именно северного участка Иркутско-Балаганской лесостепи в окрестностях поселков Балаганск и Игжей (рис. 1б, далее – Балаганская лесостепь¹), представленных лесными сосновыми, лиственнично-сосновыми и березовыми биоценозами, степными злаковыми, разнотравно-злаковыми и бобово-злаковыми сообществами, а также – луговыми разнотравными ассоциациями речных долин и межплоскогорных понижений.

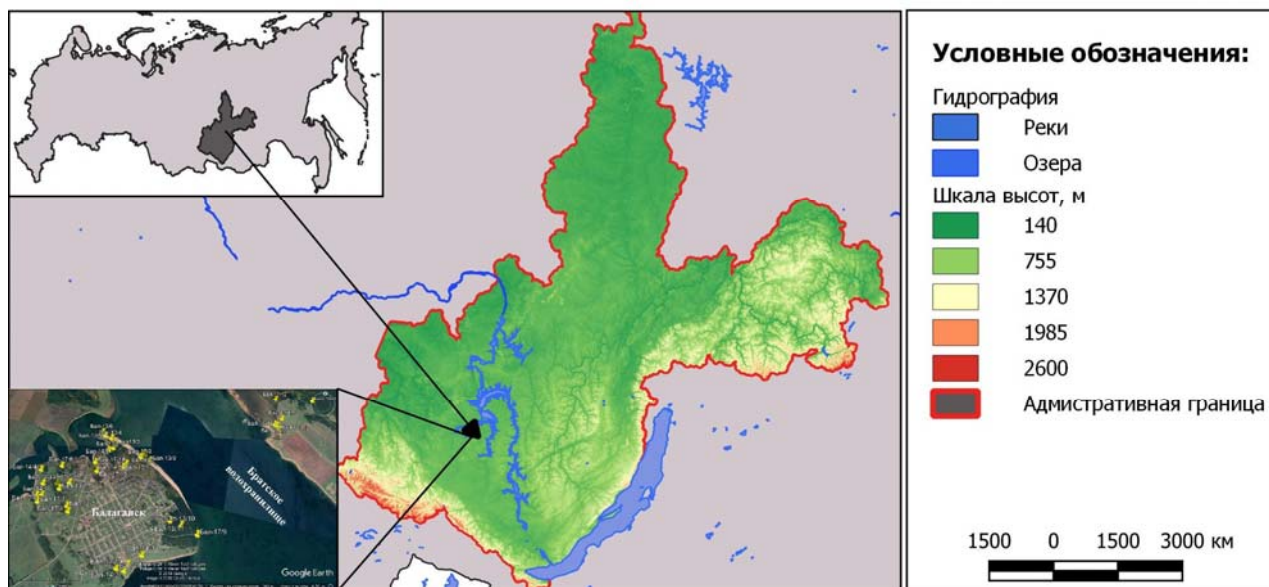


Рисунок 1. Месторасположение объектов исследования

Для полевого исследования почв и ландшафтов применяли почвенно-морфологический, педолитологический, ботанический, геолого-геоморфологический и сравнительно-географический методы исследования. Было заложено и описано 30 почвенных разрезов. Лабораторные исследования свойств основных типов почв были проведены общепринятыми методами потенциометрии, титрования, фотоколориметрии, весового анализа (Теория и практика, 2006) в пробах воздушно-сухих образцов почв, растёртых и просеянных через сито с диаметром отверстий в 1 мм, а при необходимости – через сито с диаметром отверстий 0,25 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Примыкающая с юго-востока к Сибирской платформе Ленская складчатая полоса, переходная к древнепалеозойской геосинклинальной области, как и остальная южная часть платформы, с девонского периода и до наших дней оставалась сушей с отсутствием оледенения покровного типа. Территория исследования (Атлас, 2004; Атлас, 2010; Экологический атлас, 2017) характеризуется чередованием антиклинальных гряд с синклинальными впадинами Верхнеленского высокого сводаобразного плато с колебанием относительных высот в пределах от 100 до 150 м и глубокой изрезанностью рельефа древними речными долинами, обуславливающими широкое распространение овражно-балочной сети и различных форм мезо- и микрорельефа. Полевые исследования выявили высокую степень неоднородности почвенного покрова изучаемой территории, на структуру которого, на генезис и свойства почв большое влияние оказывают, наряду с рельефом и литологическими особенностями региона, качественные характеристики почвообразующих пород (Мартынова и др., 2016). Преимущественное распространение на территории исследования получили красноцветные карбонатно-силикатные отложения верхнего кембрия, минеральный состав которых составляет каолинит-гидрослюдистая ассоциация. В нижних горизонтах кембрия отмечалось присутствие соляных залежей, в красноцветной толще верхнего кембрия распространены галогенные породы (Николаев, 1948). Денудационное выравнивание рельефа, начавшееся с мел-палеогенового времени, привело к

¹ Балаганская лесостепь является перспективной особо охраняемой природной территорией России (<http://oopt.aari.ru/oopt/Балаганская-лесостепь>).

накоплению красно-бурых суглинисто-глинистых отложений, подверженных интенсивным процессам эрозии. Элювиально-делювиальные отложения, по мощности сравнительно небольшие, на склонах и террасах переходят в толщу легкоразмываемых лёссовидных суглинков. Частично кембрийские алевролиты на нижних частях склонов перекрыты лёссовидными покровными карбонатными четвертичными отложениями (до 5 м и более).

В условиях расчлененного рельефа Балаганской лесостепи с большой амплитудой высот важное значение в распределении почвенно-растительного покрова имеет радиационный баланс территории, достигающий 20–34 ккал/см², наряду с экспозицией и крутизной склонов. Испаряемость (600–800 мм в год), превышающая годовое количество осадков (250–500 мм/год), небольшой безморозный период (78–89 дней) обуславливают засушливость климата с жарким летом и холодной зимой (Беркин и др., 1993; Бояркин и др., 2011). На столовых возвышенностях, сложенных трудноразмываемыми песчаниками и аргиллитами кембрия, формируются залесённые территории. По схеме районирования юга Средней Сибири исследуемая территория относится к Верхнеприангарской подгорной подтаежной и степной провинции Южно-Сибирской горной области и входит в состав Ангаро-Окинского равнинного округа сухих и теплых гидротермических условий с сосновыми травяными подтаежными и лугово-степными разнотравно-крупнотравными ценозами на юрских песчаниках и кембрийских карбонатных отложениях с сезонномерзлыми грунтами (Коновалова, Руденко, 2010). Склоны водоразделов и террас покрывают смешанные осиново-березово-лиственничные леса, встречаются сосново-лиственничные леса. Пологие склоны почти полностью распаханы, но сохранились остепненные участки с естественной растительностью. Распашка земель, интенсивный и неконтролируемый выпас скота, бессистемная раскорчевка лесов при отсутствии проведения противоэрозионных мероприятий привели к усилению эрозионных процессов. Смыв почвы на пашне достигает 5–10 т/га в год (Рыжов, 2009). Проведенный анализ почвенного покрова выявил развитие на территории исследования бугристо-западного рельефа, в том числе и на пахотных землях (до 50%), что связано с деградацией мерзлотных клиньев, образовавшихся в плейстоценовый минимум. Недостаточность осадков в районе обуславливает слабое промывание почв, приводящее к накоплению вносимых с удобрениями веществ, иногда с токсическим воздействием; их накоплению способствует и карбонатность почв, снижающая растворимость.

Проведенные детальные полевые исследования показали, что внутреннее пространство почвенного покрова Балаганской лесостепи Предбайкалья гетерогенно и гетерохронно, при этом связано геохимическими миграционными потоками веществ и процессами их аккумуляции, зависимыми от особенностей строения почв и подстилающих их отложений. Последовательность смены отложений в толще почвообразующих пород отражает особенности развития ландшафтов в различные этапы преимущественно позднплейстоцен-голоценовой истории.

Для тектонического режима позднего мела–раннего олигоцена (70–27 млн л.) характерны вялые вертикальные движения, которые одновременно были свойственны огромным пространствам Евразии. Субтропический–тропический климат палеоцена с оптимумом в эоцене способствовал формированию в Предбайкалье каолиновых кор выветривания и латеритных профилей, красно-коричневых делювиально-почвенных образований средиземноморского типа. В составе глинистых минералов палеопочв и субэдральных отложений верхнего миоцена и нижнего плиоцена преобладает монтмориллонит (Воробьева и др., 1995; Mats et al., 2004).

Сильнейшая аридизация климата в конце раннего и начале среднего плиоцена способствовала широкому распространению в регионе степной и полупустынной растительности с бурными полупустынными почвами, накоплению пылеватых отложений. В начале позднего плиоцена произошло значительное похолодание, с которым ряд авторов (Ярмолюк, Кузьмин, 2006; Кузьмин и др., 2001) связывают древнейшее (2,82–2,48 млн л. н.) оледенение гор Прибайкалья. Тектонические движения неогена и похолодание климата способствовали смене лесной широколиственной растительности тургайского типа на мелколиственные леса (Чернышова, 2012). Особенно резкие изменения в характере почвообразования вызвало похолодание климата во второй половине верхнего плиоцена (Воробьева, Мац, 2006): образование коричневых почв (реже – красно-коричневых, красных ферриаллитных почв и черных слитоземов) в субтропическом климате миоцена и большей части плиоцена сменилось формированием на палево-желтых глинистых делювиальных отложениях криогенно-глеевых почв (криотурбированных, иногда переслоенных красноцветными педоседиментами погребенных субтропических почв миоцен–плиоцена) и несколько позже – серых лесных, часто криогенно-трещиноватых почв (в условиях почвообразования, сходных с современными). При максимальной

аридизации климата нижнего плиоцена формировались экзотичные для региона бурые полупустынные почвы, сменившиеся в неустойчивой холодной резко континентальной климатической обстановке верхнего эоплейстоцена на подбуры, каштановые и различные примитивные почвы.

Высокая тектоническая активность на территории Восточной Сибири в плейстоцене, сопровождавшаяся крупными орографическими и климатическими изменениями глобального характера (Логачев и др., 1964) способствовали деградации лесов и аридизации ландшафтов. В климатический минимум плейстоцена (21–18 тыс. л. н.) аридизация климата привела к прекращению солифлюкционных и развитию эоловых процессов, распространению тундростепей с примитивными почвами, позднее (18–11 тыс. л. н.) сменившимися криоксерофитными степями с формированием погребенных малогумусных горизонтов в периоды потеплений (Воробьева, 2008). Причем, первичную роль в седиментогенезе как Предбайкалья (Сибирской платформы), так и Прибайкалья (Тункинской долины Байкальской рифтовой зоны) играл не тектонический, а климатический фактор (Сименей и др., 2014, Сименей, 2015): в литолого-стратиграфическом строении их верхнелепесточеновых отложений, несмотря на существенные различия геодинамических обстановок осадконакопления, наблюдаются многочисленные сходства (наличие базального крупнообломочного аллювия; уменьшение крупности гранулометрического состава отложений вверх по разрезу и замещение аллювиальных фаций отложений субаэральными покровами; наличие горизонтов погребенных почв и криогенеза; близкие временные интервалы формирования отложений), что подтверждают проведенные нами полевые исследования морфологии и педолитологии современных и погребенных почв и отложений.

Позднесартанское похолодание (14–11 тыс. л. н.) привело к распространению холодных сухих степей с разреженными лесами и способствовало усилению делювиального литогенеза, сингенетических, диагенетических и эпигенетических процессов выветривания и специфического почвообразования (характерного для внеледниковых зон холодных эпох), а также эолового переноса пыли, что привело к накоплению толщ пылеватых лёссовых и лёссовидных отложений (Берг, 1926), достигающих в районе исследования местами 4–5 м и более. Аридизация климата способствовала содообразованию и криогенной аккумуляции углекислого кальция в почвах региона. Развитие процессов криогенеза и криоморфизма обуславливало расширение синлитогенного пленигляциального эмбрионального почвообразования (Величко, Морозова, 2015), проявлявшегося в почвах исследуемого района слабым гумусонакоплением, микроагрегированием, аккумуляцией и перераспределением вторичных карбонатов без их выщелачивания, оглеением. В лёссовых отложениях почв района (преимущественно эолового и эолово-делювиального генезиса) сартанского криохрона (МИС-2) встречаются седименты достаточно гумусированных почв более теплого каргинского мегаинтерстадиала (МИС-3), которые были погребены раннесартанскими (Sr^1) отложениями, а позднее – разобщены и «расташены» солифлюкционными и делювиальными процессами (Воробьева и др., 2010а; 2016, Воробьева, Бердникова, 2008). В кровле позднесартанских (Sr^4), как правило, сильно окарбоначенных лёссовидных отложений часто фиксируется наличие древних криогенных трещин и мерзлотных клиньев, разрывающих всю толщу сартанских отложений и заполненных материалом вышележащих слоев (часто более буровато-розоватой окраски, иногда слабо гумусированных).

Резкий характер границы между отложениями плейстоценового (сартанского) возраста (на рубеже 11,7 тыс. л. н.), отграничивающей оледенение позднего дриаса от отложений голоцена, связан с быстрыми и кардинальными изменениями природно-климатической обстановки, возможно из-за произошедшего в районе Мексики 12,9 тыс. л. н. столкновения Земли с огромным кометоподобным телом 4 км шириной и 107 мегатонн энергии (Firestone, 2007), которое, раздробившись в атмосфере Земли, не оставило на ее поверхности видимых следов повреждений, но обусловило возрастание скорости вращения планеты, усиление вулканизма как на суше, так и в зонах океанов, активизацию тектонических процессов, что и привело к быстрому изменению климата.

Около 11 тыс. л. н. на юге Восточной Сибири господствовали тундро-степные ландшафты с разреженными лесами при широком распространении карста и многолетней мерзлоты с криогенными трещинами, что впоследствии привело к формированию в долинах бугристо-западного рельефа, создающего определенные неудобства в сельскохозяйственном использовании земель района. Индикатором границы плейстоцена–голоцена на юге Восточной Сибири является, как правило, горизонт бурного вскипания от HCl (голоценовые отложения, как правило, бескарбонатные), что связано с резкой перестройкой природной среды, а именно – с прекращением лёссовобразования почвенно-флювиогляциально-эолового генезиса сартанского периода.

С раннебореальным потеплением на фоне повышенного увлажнения связана экспансия лесных формаций, преимущественно темнохвойных, которые вытеснили тундровые и степные элементы, соответственно, к северу и к югу. В конце бореала теплый климат опять сменился холодным и влажным и наступила очередная волна похолодания, которая способствовала смене состава древостоя (в сторону преобладания сосны и лиственницы). В атлантический период климатического оптимума голоцена (5,4–8,8 тыс. л. н.) в связи с потеплением климата и дальнейшей деградацией многолетней мерзлоты наступление лесной растительности (преимущественно светлохвойных и мелколиственных пород) на степи продолжилось. Увеличение ксерофитизации растительности в этот период способствовало усилению почвообразования и формированию на лёссовых отложениях повышенных элементов рельефа степных почв черноземного типа с гуматным типом гумуса. Главные этапы гумусонакопления в почвах региона приходятся на теплые интервалы голоцена: позднеатлантическое время АТ-3 (5,4–7,0 тыс. л. н.), поздний суббореал SB-3 (3,4–2,7 тыс. л. н.) (Воробьева, 2010; Воробьева и др., 2010b). В исследованных нами почвах региона на небольшой глубине встречаются погребенные гумусовые горизонты или участки гумусовых горизонтов, которые являются следами этих потеплений климата голоцена. Серия похолоданий–потеплений на фоне разной влагообеспеченности позднего голоцена (2,7–5,4 л. н.) обусловила формирование в зоне Балаганской лесостепи серых (лесных) и дерново-подзолистых почв, которые могут быть реликтом степных, луговых или лугово-болотных почв, сформировавшихся в ксеротермическом климате голоцена. При дальнейшем похолодании в субатлантический период (2500–0 л. н.) границы тундровой и лесной растительности сместились к югу, что способствовало, как показали наши полевые исследования, эволюционированию среднеголоценовых черноземов в темно-серые и серые метаморфические почвы, серых (лесных) почв и буроземов (дерново-карбонатных почв) – в дерново-подзолистые (остаточно-карбонатные). Местами нижняя часть гумусового горизонта сохранилась в виде второго гумусового горизонта более темного цвета. Таким образом, климатические флуктуации в периоды плейстоцена и голоцена способствовали смещению лесостепи на юг или на север, что приводило к смене ландшафтов и ценозов от тундрово-сухостепных до лугово-степных и лесотаежных и обусловило формирование полигенетических профилей почв с вложенным реликтовым и/или наложенным современным генезисом. В настоящее время в регионе регистрируется один из самых высоких трендов потепления климата на Земле: за последние 40 лет температура возросла на 1–1,3 градуса на фоне тенденции уменьшения суммы годовых осадков (на 1,4 мм/год), повышения температуры почвы и деградации островов многолетнемерзлых пород (Коновалова, Руденко, 2010; Коновалова, Бессолицина, 2011), что влечет за собой ксерофитизацию климата с усилением процессов деградации и эрозии почвенного покрова (Щетников, 2004).

Проведенными полевыми исследованиями с определением классификационного положения почв (Классификация, 2004; Полевой..., 2008; Классификация, 1977; Воробьева, 2009; 2017) было выявлено, что на остепненных пространствах древних террас и пологих склонов южной экспозиции, покрытых облессованными и лёссовидными суглинками (средне- и тяжелосуглинистыми), сформировались черноземы глинисто-иллювиальные дисперсно-карбонатные (AU-AUBI-BCA_{dc(i)}-BCA_{dc}-DC_{nc}-CD_{m,ca}) (рис.2а). На элюво-делювии красноцветных верхнекембрийских пород, представленных мергельно-глинистыми породами, галогенными глинами и алевролитами, известковистыми песчаниками (Николаев, 1948) и характеризующихся некоторым содержанием растворимых солей (хлоридов и сульфатов Na, Ca, Mg) под полынно-злаковой степной растительностью развиты черноземы дисперсно-мицеллярно-карбонатные (остаточно-солонцеватые) (AU_{ao}-AU-BCA_{dc(sn)}-BCA_{mc}-BC_{ca,m}-C_{ca}) (рис.2б). Под пологом разнотравно-злаковых березовых разреженных лесов встречаются серые и темно-серые достаточно-дисперсно-карбонатные почвы (АО-AU_{ao}-AU-A_{el}-BT_(dc)-[BCA_{dc,d}-BC_{ca}-C_{ca}]) (рис.2в); под травянистыми сосновыми лесами – дерново-подзолистые достаточно-(дисперсно)-карбонатные почвы (О-AY-EL-(BEL)-BT_r-BT-BC-C_{ca}) (рис. 2е). Сложные профили серых метаморфических (О-AY_{ao}-AY_{el}-BM_r-[RJ-BMK_{tr,mc}-(CAT_{mc})-BC_{mc}]) (рис.2г) и темно-серых метаморфических достаточно-(мицеллярно)-карбонатных почв (АО-AU_{ao}-AU-AU_{el}-BM_{t,dc}-[BCA_{dc}-BCA_{mc}-BC_{ca}-C_{ca}]) формируются под сосново-березовыми травянистыми лесами.

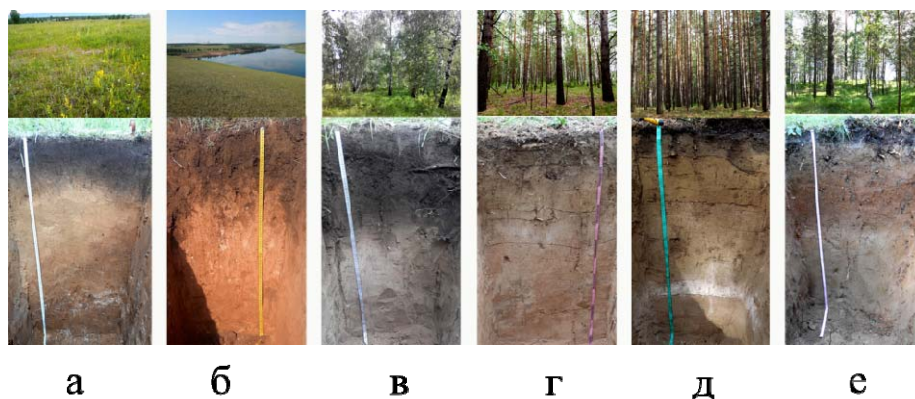


Рисунок 2. Почвы окрестностей пос. Балаганск: а – чернозем глинисто-иллювиальный дисперсно-карбонатный; б – чернозем мицеллярно-карбонатный; в – темно-серая остаточно-(дисперсно)-карбонатная; г – серая метаморфическая остаточно-(мицеллярно)-карбонатная на погребенной ксеропалево-метаморфической почве; д – бурозем элювиированный остаточно-(мицеллярно)-карбонатный (осолоделый); е – дерново-подзолистая остаточно-(дисперсно)-карбонатная

Преобладающими типами в почвенном покрове лесных ландшафтов региона являются буроземы (темные) остаточно-карбонатные, развивающиеся под разнотравно-злаково-мохово-осоковыми березово-сосновыми лесами приводораздельных пространств увалов и на склонах ($AU_{(ca)}-AU_{ca}-BM_{i,ca(hi)}-BC_{m,ca}-C_{ca}$); буроземы элювиированные (глинисто-иллювиированные) остаточно-(мицеллярно)-карбонатные ($O_1-AO_{fl}-AYel-BMi-[AJca-BMK-CAT-Cca-Dca]$) (рис. 2д), формирующиеся под пологом бобово-разнотравно-мертвопокровного соснового леса нижних частей склонов. В зависимости от положения в рельефе и условий дренирования, глубины залегания карбонатов выделяются типичные, элювиированные и оподзоленные разновидности почв. Буроземы исследуемой территории преимущественно характеризуются очень слабой выщелоченностью, т.к. формируются на богатых карбонатами породах, и, по-видимому, относительный возраст залесения данных территорий весьма невелик.

Черноземы характеризуются достаточно высоким содержанием гумуса с постепенным его падением с глубиной, щелочной реакцией среды, возрастающей вниз по профилю, высоким содержанием обменных катионов (табл. 1), что обусловлено накоплением карбонатных новообразований в виде мицелия. Высокое содержание карбонатов, а также средне- и тяжело-суглинистый состав лёссовых пород, на которых формируются типичные и глинисто-иллювиальные черноземы, способствуют замедлению процесса выщелачивания катионов, медленной минерализации растительных остатков, образованию и накоплению гумусовых веществ, созданию устойчивой агрономически ценной структуры, повышая, таким образом, плодородие и агрономическую ценность почв и затормаживая, благодаря формированию плотной дернины, развитие эрозионных процессов. В процессе сельскохозяйственного использования черноземов происходит их деградация, прежде всего потеря гумуса вследствие усиления минерализации и уменьшения поступления в почву органического вещества, эрозионных потерь верхнего гумусированного слоя. Сохранение гумуса, а тем более увеличение его содержания в пахотном слое обеспечит поддержание на оптимальном уровне агрофизических и агрохимических характеристик почв.

Кислотность среды увеличивается, а количество обменных катионов и карбонатов снижается в ряду: черноземы – серые метаморфические – серые почвы – буроземы – дерново-подзолистые почвы. Многие почвы характеризуются сложным строением и формируются на погребенных (частично абрадированных) почвах и отложениях криоаридного климата плейстоцен-голоценового возраста, резко отличающихся от современной почвы по pH, количеству и формам карбонатных новообразований, обменных катионов, по резкому сокращению подвижных соединений Fe. На генезис лесных почв сильное влияние оказывает наличие длительно-сезонной мерзлоты, что выражается в формировании гумусовой толщи меньшей мощности с ее значительным пространственным варьированием, наличии криогенной структуры на глубине 120–180 см. Мало-снежный покров (<40 см за зиму), способствует сезонному промерзанию почв (до 2,5–4,0 м), особенно - на слабо-увлажненных легких и щебнистых отложениях. На территории Балаганской лесостепи встречаются почвы с профилем подзолистых, но имеющие свойства осолоделых почв (Николаев, 1948), что может указывать на наличие некоторой засоленности в прошлом.

Таблица 1

Физико-химические свойства исследованных типов почв окрестностей пос. Балаганск Иркутской области
(Классификация, 2004; Полевой..., 2008; IUSS Working Group WRB, 2014)

Горизонт*	Глубина, см	рН водн.	C _{орг} , %	Гумус %	Обменные катионы, смоль(экв)/кг			Подвижный Fe ₂ O ₃ , мг/100 г	CaCO ₃ , %
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	∑ обменных катионов		
Разрез БЛ-13/10: Дерново-подзолистая (<i>Albic Retisols</i>) почва, развита на карбонатных лёссовидных суглинках. Злаково-разнотравный сосновый лес									
AУ	3-11	6,58	1,10	1,90	56,40	32,90	89,30	340	н.о.**
EL	11-19	6,41	0,63	1,09	32,90	18,80	51,70	250	н.о.
BEL	19-32	6,36	0,26	0,44	28,20	9,40	37,60	120	н.о.
BT _{el}	32-52	6,23	0,21	0,32	23,50	18,80	42,30	170	н.о.
BC _{t,el}	52-64	6,48	0,15	0,26	23,50	14,10	37,60	200	н.о.
C1	64-85	6,43	0,10	0,18	25,85	5,17	31,02	900	н.о.
C2	85-120	6,94	0,11	0,21	31,02	10,34	41,36	370	н.о.
Разрез БЛ-17/9: Дерново-подзолистая почва (<i>Albic Retisols over Calcaric Cambisol (Gelic)</i>) на погребенной криоаридной палево-метаморфической, сформированной на лёссовидных карбонатных суглинках. Злаково-бобово-осоково-разнотравный сосново-березовый лес									
AУ _{el}	2-7	6,10	4,60	7,91	30,00	7,20	37,20	н.о.	0
EL	7-19	6,00	1,10	1,87	18,80	9,80	28,60	н.о.	0
BT	19-30	6,20	0,60	0,95	18,80	9,70	28,50	н.о.	0
BC	30-45	6,80	0,40	0,68	19,40	11,50	30,90	н.о.	2,0
[RJBPL _{mc}]	45-66	7,80	0,50	0,80	25,00	9,60	34,60	н.о.	9,0
[BPL _{mc}]	66-90	8,10	0,40	0,68	28,20	10,30	38,50	н.о.	27,0
[BCA _{mc}]	90-100	8,50	0,50	0,91	31,30	11,60	42,90	н.о.	33,0
Разрез БЛ-14/8: Бурозём элювиированный (глинисто-иллювиированный) остаточного-карбонатный (<i>Dystric Cambisol over Calcaric Cambisol (Gelic)</i>), развит на карбонатных лёссовидных карбонатных отложениях с погребенной криоаридной почвой. Бобово-разнотравно-мертвопокровный сосновый лес									
O _h	3-4	5,87	20,97	34,48	40,04	61,60	101,64	675	0
AУ _{el}	4-13	7,24	1,06	0,82	18,48	13,86	35,34	1375	0
BM _i	13-32	7,36	0,33	0,57	21,56	7,80	29,36	675	0
[RJ _{ca}]	32-63	8,52	0,32	0,56	29,26	6,16	35,42	450	19,4
[BPL]	63-78	8,81	0,35	0,60	29,26	6,16	35,42	550	24,3
BCA]	78-87	8,84	0,35	0,61	27,72	9,24	36,96	275	32,9
[C _{ca}]	87-101	8,87	0,41	0,71	29,26	13,86	43,12	325	16,6
[D1 _{ca}]	101-118	8,91	0,56	0,97	30,80	9,24	40,04	325	18,9
[DII _{ca}]	Ниже 118	8,95	0,22	0,39	30,80	12,32	43,12	400	-
Разрез БЛ-17/13: Бурозём темный остаточного-карбонатный (<i>Calcaric Cambisol</i>), развит на элюво-делювии кембрийских алевролитовых сланцев. Разнотравно-злаково-мохово-осоковый мертвопокровный березово-сосновый остепняющийся парковый лес									
AU1 _(ca)	3-14	7,96	2,96	5,11	34,30	13,48	47,78	н.о.	0
AU2 _{ca}	14-25	8,02	2,92	5,03	41,65	17,15	58,80	н.о.	18,0
BM _{i,ca(hi)}	25-35	8,14	1,44	2,49	37,98	11,03	49,01	н.о.	30,0
BC _{m,ca}	35-45	8,20	0,50	0,86	33,08	11,03	44,11	н.о.	31,0
C _{ca1}	45-63	8,34	0,35	0,60	31,85	9,80	41,65	н.о.	23,0
C _{ca2}	63-90	8,45	0,12	0,21	26,95	9,80	36,75	н.о.	14,0
Разрез БЛ-13/11: Серая метаморфическая остаточного карбонатная (<i>Endocalcaric Phaeozem</i>) переуплотнённая почва, развитая на элюво-делювии лёссовидных суглинков (балл 13/11). Остепнённый парковый бобово-разнотравно-злаково-осоковый березово-сосновый лес									
AO	2-4	5,89	5,24	9,03	51,70	14,10	65,80	760	н.о.
AУ	4-14	6,78	2,55	4,40	51,70	37,60	89,30	700	н.о.
AEL	14-26	6,95	1,85	3,19	28,20	14,10	42,30	600	н.о.
BM _t	26-43	7,45	0,49	0,81	33,80	11,30	45,10	720	н.о.
BM _{mc,d}	43-60	7,70	0,38	0,55	37,60	9,40	47,00	450	н.о.
BCA _{mc,d}	60-87	8,73	0,30	0,38	42,30	9,40	51,70	475	н.о.
BC _{mc,d}	87-100	8,58	0,23	0,39	37,60	9,40	47,00	465	н.о.
C _{mc}	100-117	8,45	0,30	0,52	39,48	16,92	56,40	100	н.о.
CD _{dc}	117-125	8,81	0,15	0,26	36,19	15,51	51,70	200	н.о.

Горизонт	Глубина, см	pH водн.	C _{орг} , %	Гумус %	Обменные катионы, смоль(экв)/кг			Подв. Fe ₂ O ₃ , мг/100 г	CaCO ₃ , %
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	∑ обменных катионов		
Разрез БЛ-17/8: Серая метаморфическая иллювиально-глинистая почва (<i>Luvic Greyzemic Phaeozem over Calcaric Cambisol (Gelic)</i>) на погребённой каштановой дисперсно-(мицеллярно)-карбонатной, сформированной на лёссовидных карбонатных суглинках, подстилаемых кембрийскими алевролитами. Злаково-разнотравный сосновый лес с подростом сосны									
AY	3-9	6,50	5,41	9,33	42,50	7,50	50,00	н.о.	0
AEL	9-18	6,10	2,33	4,02	25,00	8,80	33,80	н.о.	0
BM _(el)	18-36	5,90	0,72	1,24	20,00	10,00	30,00	н.о.	0
BC _(t)	36-52	7,20	0,82	1,43	26,30	7,50	33,80	н.о.	0
[RJ _{mc}]/BC _t	52-70	7,80	0,63	1,09	27,50	8,80	36,30	н.о.	6,0
[BMK _{dc}]	70-80	8,20	0,70	1,21	30,00	12,50	42,50	н.о.	26,0
[CAT _{dc}]	80-104	8,40	0,54	0,93	35,00	11,30	46,30	н.о.	30,0
[C _{ca}]	104-118	8,20	0,51	0,88	37,50	16,90	54,40	н.о.	36,0
[CD _{ca}]	118-125	8,60	0,30	0,52	30,00	13,10	43,10	н.о.	44,0
Разрез БЛ-14/5: Темно-серая метаморфическая остаточная карбонатная почва (<i>Endocalcaric Luvic Phaeozem</i>)), развита на лёссовидных карбонатных суглинках. Осоково-разнотравно-злаковый березовый разреженный лес									
AO	1-3	6,46	15,58	26,85	82,72	23,26	105,98	1025	0,2
AU _(ao)	3-12	6,00	7,40	12,75	38,77	23,27	62,04	1450	0,2
AU	12-29	6,57	3,17	5,46	36,19	19,38	55,57	1650	0
AU _{el}	29-36	6,21	1,77	3,05	31,02	15,51	46,53	900	0
BM	36-55	6,47	1,14	1,96	31,02	25,85	56,87	1500	0,2
[BCA _{dc,d}]	55-85	7,78	0,49	0,84	46,53	25,85	72,38	350	39,0
[BC1 _{ca}]	85-100	7,91	0,44	0,75	41,36	15,51	56,87	550	18,0
[BC2 _{ca}]	100-120	7,96	0,41	0,70	37,60	18,80	56,40	325	15,3
[C _{ca}]	120-↓	7,94	0,47	0,81	37,60	23,50	61,10	500	13,0
Разрез БЛ-14/4: Чернозем глинисто-иллювиальный мицеллярно-карбонатный метаморфизованный (<i>Endocalcaric Luvic Chernozem (Loamic)</i>), развита на элювии продуктов выветривания кембрийских алевролитов. Разнотравно-бобово-злаковая олуговелая степь									
AU _(ao)	0-10	6,70	3,64	6,27	45,00	12,10	57,10	1400	0,4
AU	10-25	6,71	1,99	3,43	41,65	13,26	54,91	1600	0,4
BI _{dc}	25-43	8,20	1,05	1,48	38,25	14,67	52,92	1800	9,0
BCA _{mc}	43-75	8,65	0,52	0,90	48,02	15,40	63,42	800	14,0
BC _{ca}	75-91	9,05	0,26	0,45	33,07	15,40	48,47	780	29,0
C _{ca}	91-115	9,20	0,09	0,15	30,87	20,58	51,45	750	28,3
Разрез БЛ-17/4: Агрочернозем глинисто-иллювиальный мицеллярно-карбонатный постагрогенный (натечно-карбонатный), (<i>Endocalcaric Luvic Chernozem (Aric, Siltic)</i>) развита на делювии кембрийских алевролитов. Злаковая келериево-мятликовая степь, залежь									
PU _{ra,ic}	0-10	8,10	4,41	7,60	45,00	12,50	57,50	н.о.	0
PU _(ic)	10-30	8,10	4,20	7,24	47,50	12,50	60,00	н.о.	0
AU _(ic) Линза	31-35	8,50	4,52	7,79	45,00	13,80	58,80	н.о.	0
AU	30-50	7,80	3,90	6,72	47,50	16,30	63,80	н.о.	0
BI	35-50	7,90	1,63	2,81	30,00	18,80	48,80	н.о.	0
BCA _{i,dc}	50-55	8,00	1,11	1,91	30,00	11,30	41,30	н.о.	13,0
BCA _{mc}	55-73	8,30	1,10	1,90	22,50	2,50	25,00	н.о.	17,0
BC _{ca}	73-85	8,20	0,83	1,43	32,50	12,50	45,00	н.о.	21,0
C _{ca}	85-95	8,10	0,82	1,42	32,50	8,80	41,30	н.о.	18,0

Примечание:

* По (Классификация, 2004).

** Не определялось

Дополнительным элементом степного почвообразования в районе исследования является остаточная солонцеватость черноземов, сформированных на элювии кембрийских алевролитов, способствующая формированию столбчатости и высокой плотности иллювиальной толщи почвы, а также влияющая на процесс накопления и распространения гумуса в почвах. Остаточную солонцеватость можно связать с влиянием реликтового засоления почвообразующих пород,

образовавшихся в условиях соответствующих геологических структур и гидрогеологических условий, а также с напорно-капиллярным переносом минерализованных пластово-трещинных вод сульфатно-хлоридно-кальциево-магниево-натриевого состава (Николаев, 1948), связанных с геологическими месторождениями соляных залежей (образованных в древних лагунах эпиконтинентальных морей или синклиналиных бассейнов Сибирской платформы). Сильная пенепленизация Сибирской платформы в эпоху альпийского орогенеза и последующее расчленение пенеплена на систему эрозионных хребтов и плоскогорий, а также глубокое врезание речных долин и расположение гидрографической сети в соответствии мульдообразным (по оси мульды) залеганием пород, слагающих сибирскую плоскую возвышенность в ее южной половине, где протекает река Ангара вдоль протерозойских и каледонских простираций (каледонской складчатости), благоприятствовали выходу на поверхность напорных подземных вод, которые несли соли из глубинных солевых залежей. Миграции солей могли также способствовать и напорные подмерзлотные и внутримерзлотные воды. Вытесняя в почвенном поглощающем комплексе кальций, натрий, соединяясь с гумусом, может мигрировать в водных растворах (с почвенным и боковым грунтовым стоком) вниз по почвенному профилю. Закономерное взаимодействие процессов гумусообразования и гумусонакопления, карбонатизации и осолонцевания составляют суть и определяют направленность степного почвообразования в регионе, формируют почвенный покров степных ландшафтов района, характеризуя основные зональные черты лесостепного ландшафта. Глееземы и темногумусовые глеевые почвы развиваются в пойменных понижениях.

Для исследуемых почв, сформированных как на лёссовидных породах, так и на красноцветных отложениях кембрийских алевролитов, характерно достаточно высокое содержание подвижного железа для горизонтов гумусовой толщи. Повышение содержания подвижного железа в почвах коррелирует с увеличением количества гумуса, что связано с формированием железисто-гумусовых комплексов, мигрирующих при подкисления кислотами, образующимися в результате разложения растительных остатков. Элювиальный и подзолистый процессы буроземов, дерново-подзолистых и серых почв резко обедняют количество подвижных форм железа в профиле почв. Уменьшение промывного режима и усиливающаяся карбонатность (щелочность) профиля, способствуют потере растворимости гумусово-железистых комплексов, закреплению и накоплению соединений железа в почвах.

Гранулометрический состав исследуемых почв, преимущественно от средне-тяжелосуглинистый до глинистого (рис.3), изменяется по профилю за счет процессов лёссыважа (в дерново-подзолистых и серых почвах), иллювиирования глины и метаморфического оглинивания (в буроземах, серых метаморфических почвах и черноземах). Буроземы, формируясь преимущественно в элювиальных положениях рельефа на элюво-делювии кембрийских алевролитов, характеризуются тяжелосуглинистым составом с его постепенным облегчением вниз по профилю и обогащением обломками плитняка почвообразующих пород. Ареалы агрочерноземов, располагаясь на пологосклоновых равнинных территориях «столовых» увалов древней поверхности выравнивания, обогащаются частицами песка и пыли, сносимых водными и дефляционными потоками с вышележащих по рельефу пространств.

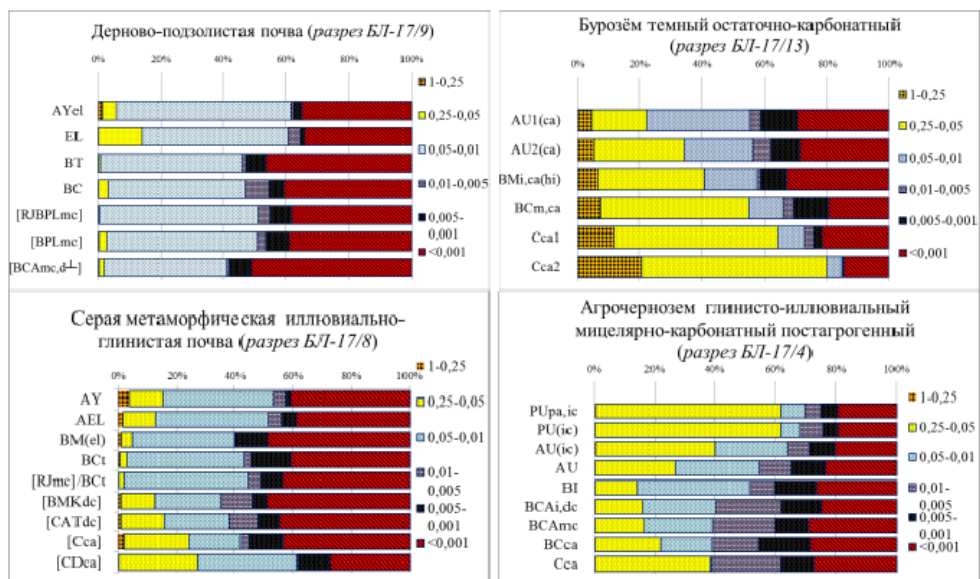


Рисунок 3. Гранулометрический состав исследованных типов почв

Почвенные профили серых метаморфических и дерново-подзолистых почв с погребенными горизонтами (или толщами почв) характеризуются двойным максимумом аккумуляции глинистого материала иловато-мелкопылеватого состава. Гранулометрический состав исследуемых почв в сочетании с содержанием карбонатов, обменных катионов и других свойств почв отграничивает разные этапы почвообразования и осадконакопления голоцена и плейстоцена.

Минералогический состав исследуемых почв тоже, по-видимому, связан с разными природно-климатическими обстановками формирования профиля. В валовом химическом составе почв кроме SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 отмечается повышенное содержание CaO за счет присутствия остаточных форм карбонатов и K_2O , что может быть связано с наличием гидрослюдов. Содержание ила варьирует в почвах и по профилю от 12 до 19%. К особенностям выветривания и почвообразования на верхнекембрийских породах Ангаро-Удинского водораздела следует отнести характер профильного распределения реликтовых глинистых минералов тонкодисперсных фракций почв. В буроземах, черноземах и серых метаморфических почвах наблюдается достаточно равномерное распределение ила и минеральных фаз, преобладающим компонентом которых являются неупорядоченные смешанослойные хлорит-вермикулитовые образования с небольшой примесью слюда-сметитов, которые вместе с гидрослюдами триоктаэдрического типа аккумулируются в процессе педогенеза в верхней части профиля. Несколько в меньшем количестве присутствуют в профиле хлорит с каолинитом. Для гумусовой толщи серых и темно-серых почв и глинисто-иллювиальных черноземов характерно некоторое облегчение илом с заметным повышением количества триоктаэдрических гидрослюдов, а для средней и нижней частей профиля – увеличение содержания смешанослойных минералов и хорошо окристаллизованных форм каолинита с хлоритом (с преобладанием каолинита) – до 28–40% (Воробьева, 1970; Чижикова, 2018). Дифференциацию минерального состава профиля связывают с переслаиванием отложений разного генезиса, в составе которых принимал участие материал древних кор выветривания каолинитового состава.

Богатство почвообразующих пород исследуемого района минералами, их структурность, гранулометрический состав, сложение и карбонатность, наряду с последующим развитием на этих толщах серых, темно-серых, серых метаморфических, темно-серых метаморфических почв и черноземов способствовали развитию хорошего травянистого покрова, противодействующего развитию эрозии и повышающего экологическую устойчивость почвенного покрова. Современные почвообразовательные процессы в березово-сосновых биоценозах способствуют интенсивному элювированию катионов и оподзоливанию, что выражается в снижении pH, отмытости верхней части профиля от карбонатов, снижении содержания гумуса, т.е. приводят к относительному снижению качества лесных почв. Но несмотря на это, серые, серые метаморфические и дерново-подзолистые почвы обладают еще достаточно высоким уровнем плодородия и в случае их введения в сельскохозяйственный оборот и при применении соответствующих агротехнологий и удобрений могут давать вполне достойные урожаи. Наибольший уровень природного плодородия соответствует черноземам, темно-серым и темно-серым метаморфическим почвам, сформированным на лёссах и лёссовидных породах. Несколько меньшее плодородие соответствует данным типам, сформированным на элюво-делювии кембрийских алевролитов, придающих почвам своеобразную красноватую окраску.

Бобово-злаковое разнотравье лесостепных биоценозов, высокая карбонатность почвенного мелкозема, его тяжелосуглинисто-глинистый состав и рыхлость сложения, гидрослюдисто-смешанно-слойный (хлорит-вермикулитовый) состав минеральной матрицы почвообразующих пород способствуют образованию и накоплению гуматного, фульватно-гуматного (у черноземов, темно-серых и темно-серых метаморфических почв) и гуматно-фульватного и фульватного гумуса (у серых метаморфических, буроземов и дерново-подзолистых почв), формированию высокой поглотительной способности и насыщенности основаниями, т.е. повышению природно-ресурсного потенциала почв региона. Сложное полигенетическое гетерохронное строение профиля отражает смену условий почвообразования в голоцене–плейстоцене. Современные элементарные процессы почвообразования обуславливают наложение и интеграцию современных признаков на профили более древних почв. Лесные почвы окрестностей пос. Балаганск сформированы на лёссовидных отложениях в холодном климате по типу криоаридных или палево-метаморфических (часто осолоделых) почв, местами с уничтоженной гумусовой толщей. Эти погребенные толщи мы рассматриваем как реликт почвообразования плейстоценового возраста. Плейстоценовый период в истории Сибири был ознаменован окончательным оформлением горных систем юга Восточной Сибири и глобальными изменениями климата, обусловившими развитие в ряде районов Сибири горно-долинных оледенений. В

результате постледниковых потеплений на обширной территории Сибири вышедшие на поверхность кембрийские и другие отложения были перекрыты лёссовыми и лёссовидными отложениями, возможно, флювиально-эолового генезиса, на которых в холодный и сухой сартанский период лесная растительность сменилась на тундрово-степную и сформировались палео-криометаморфические (палевые и криоаридные) почвы. Сингенетический характер перигляциального характера почвообразования и осадконакопления со слабым гумусонакоплением способствовал формированию сложных полигенетичных толщ с погребенными горизонтами или педокомплексами в условиях климатических флуктуаций голоцена–плейстоцена. Граница голоцена и плейстоцена в исследуемых почвах часто находится в В-горизонте – на глубине 40–60 см.

В последнее время все больше публикаций, основанных на палеопочвенных реконструкциях, доказывают господство степных ландшафтов и почв в атлантическом периоде голоцена на территории Центральной лесостепи (Александровский, Александровская, 2005; Чендев, 2004, 2005). И в Сибири в среднем голоцене (~7–7,8 тыс. л. н.) сформировался ксеротермический климат малого постледникового периода, обусловивший деградацию мерзлоты в регионе и ксерофитизацию растительного покрова. Аридизация климата в это время способствовала криогенной аккумуляции углекислого кальция и частично натрия (сода) в почвах региона. Рыхлые карбонатные лёссовидные суглинки, перекрывшие плащом плейстоценовые почвы, способствовали формированию плодородных черноземов (текстурно-карбонатных). При последующем наступлении более холодного субатлантического климатического периода произошло смещение границ почвенно-растительных зон к северу, что привело к «обратному» эволюционированию черноземов текстурно-карбонатных в черноземы глинисто-иллювиальные и темно-серые метаморфические почвы, темно-серых почв – в серые; серых почв – в дерново-подзолистые.

Таким образом, почвенный покров исследуемой территории, обладая достаточно высоким уровнем природного плодородия, характеризуется значительным разнообразием, а структура почвенного покрова – большой комплексностью. Но при введении почв в сельскохозяйственный оборот необходимо проведение противозерозионных мероприятий, предотвращающих размыв рыхлых лёссовидных суглинков и лёссовых отложений и снос иловатых и гумусовых частиц. Эрозия полей отчетливо проявляется на аэро- и космоснимках характерным «полигонально-промоинным» и «волнисто-шагреновым» рисунком склоновых поверхностей, микрокомплексным и «сетчатым» строением поверхности севооборотных массивов территории района, что связано как со сносом и перераспределением гумусовых веществ и ила почв вниз по склону тальми и дождевыми водами и процессами дефляции, так и с развитием карстовых явлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате комплексного исследования почв Балаганской лесостепи Иркутской области, проведенного с использованием традиционных методов и современных методологических подходов, получены новые фактические данные о почвенно-растительном покрове изучаемой территории, влиянии различных факторов на особенности генезиса почв, их свойства, плодородие и экологическое состояние. Представленные данные о физико-химических свойствах основных типов почв исследуемого района свидетельствуют о значимом влиянии на свойства почв почвообразующих пород территории исследования: дериватов лёссов и кембрийских алевролитов, определяющих литогенную матричность почвообразования. Карбонатная составляющая почвообразующих пород, рыхлость, пылеватость и выветрелость их элювиально-делювиальных толщ, насыщенность основаниями, обуславливая активность идущих в почвах процессов гумусообразования и гумусонакопления, способствуют формированию почвенного плодородия.

Достаточно высокое природное плодородие исследованных почв (Балаганской лесостепи) обусловлено формированием темного гумусового горизонта с преобладанием гуматов Ca, Mg, средне-тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, хорошей оструктуренностью и порозностью, высокой емкостью катионного обмена и насыщенностью обменными катионами, присутствием большого количества карбонатов, затормаживающих процессы элювирования и оподзоливания почв. Все эти свойства обеспечивают достаточно высокий эколого-ресурсный потенциал почвенного покрова исследуемой территории.

Проведенные исследования выявили особенности почв окрестностей Балаганска, связанные с их формированием под влиянием как степной, так и лесной растительности, менявшейся при колебаниях климата, смены которого наиболее ярко выражены в условиях лесостепи, отличающейся неустойчивым характером увлажнения (переходным от влажного к засушливому). Свойства и строение изученных почв преимущественно обусловлены климатическими

флуктуациями в периоды плейстоцена и голоцена и смещением лесостепи на юг или на север со сменой ландшафтов и ценозов от тундрово-сухостепных до лугово-степных и лесостепных. Во многих исследованных почвенных типах Балаганской лесостепи были выявлены погребенные почвы и горизонты, генетическое строение и физико-химические свойства которых свидетельствуют о менее теплых условиях их формирования. Проведенные исследования подтверждают гипотезу смены климатических условий от тундро-степного голоценового оптимума (9,5–4,3 тыс. л. н.) через период суббореальной аридизации (5–2,5 тыс. л. н.), сократившей мощность и содержание гумуса в почвах, до похолодания субатлантического периода (2,6–0 тыс. л. н.), приведшего к смещению к югу границ тундровой и лесной растительности и эволюционированию черноземов в серые почвы, а серых – в дерново-подзолистые. Сложный реликтовый и наложенный на него современный генезис почв, обусловили большое почвенное разнообразие и комплексность почвенного покрова района исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агапитов Н.Н. *К вопросу о происхождении чернозема*. Иркутск: Издательство Восточно-Сибирского отдела Русского географического общества. 1881. Т. IX, № 3–4. С. 16–17
2. Александровский А.Л., Александровская Е.И. *Эволюция почв и географическая среда*. М.: Наука, 2005. 223 с.
3. *Атлас. Иркутск и Иркутская область*. Иркутск: ФГУП «ВостСибАГП», Росткартография, 2010. 48 с.
4. *Атлас. Иркутская область: экологические условия развития*. Москва–Иркутск: Омская картогр. ф-ка Роскартографии, 2004. 90 с.
5. Берг Л.С. О почвенной теории образования лёсса // *Изв. Геогр. ин-та*. 1926. Вып. 6. С. 73–92.
6. Беркин Н.С., Филиппова С.А., Руденко Г.В. *Природные условия административных районов*. Иркутск: Изд-во ИГУ, 1993. 300 с.
7. Бояркин В. М., Бояркин И. В. *География Иркутской области*. Иркутск: Сарма, 2011. 255 с.
8. Величко А.А., Морозова Т.Д. Основные черты почвообразования в плейстоцене на Восточно-Европейской равнине и их палеогеографическая интерпретация // *Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв*. М.: ГЕОС, 2015. С. 321–337.
9. Воробьева Г.А. Проблемы индексации почвенных горизонтов, номенклатуры почв Прибайкалья и их классификации // *Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология» 2017. Т. 21. С. 61–71*.
10. Воробьева Г.А. Почвообразующие породы южной части Лено-Ангарского плато // *Почвы юга Средней Сибири и их использование*. Иркутск: Изд-во АН СССР, 1970. С. 30–38
11. Воробьева Г.А., Бердникова Н.Е., Липнина Е.А., Роговской Е.О., Бердников И.М. Палеопочвы сартанского возраста в разрезах геологических объектов Прибайкалья // *Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ и Дню Байкала / Гранина Н.И. (ред.)*. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2016. 1 электрон. опт. диск. (CD-ROM). С. 417–424
12. Воробьева Г.А. *Почва как летопись природных событий Прибайкалья (проблемы эволюции и классификации почв)*. Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2010. 205 с.
13. Воробьева Г.А. *Почвы Иркутской области: вопросы классификации, номенклатуры и корреляции*. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2009. 149 с.
14. Воробьева Г.А., Бердникова Н.Е. Природные и культурные феномены Прибайкалья на рубеже плейстоцена и голоцена // *Тр. II (XVIII) Всероссийского археологического съезда в Суздале*. М.: ИА РАН, 2008. Т.1. С. 53–55.
15. Воробьева Г.А., Бердникова Н.Е., Вашукевич Н.В., Куклина С.Л., Чайка Н.В. Следы каргинского почвообразования в долине р. Белой (южное Прибайкалье) и их влияние на агропроизводственные свойства почв // *Земледелие, почвоведение и агрохимия*. 2010а №4 (21). С. 32–36.
16. Воробьева Г.А., Вашукевич Н.В., Куклина С.Л. Почвенные ресурсы — необходимый компонент стратегии устойчивого развития Иркутской области // *Известия Ирк. гос. экон. Академии*. 2010b Сер. Экология и природопользование. № 4. С. 346–352
17. Воробьева Г.А., Мац В.Д. Эволюция почвообразования и субэарального осадконакопления в Байкало-Енисейской Сибири // *Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем*: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию кафедры почвоведения Иркутского государственного университета. Иркутск, 4–7 сентября 2006 г. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2006. С. 18–24.
18. Воробьева Г.А., Мац В.Д., Шимараева М.К. Палеоклиматы позднего миоцена, плиоцена и эоплейстоцена Байкальского региона // *Геология и геофизика*. 1995. Т. 38. № 8. С. 82–96.
19. Карнаузов Н.И. *Мелиорация почв*. Иркутск: Изд-во Иркутского госуниверситета, 1977. 89 с.
20. Карнаузов Н.И. *Мелиорация засоленных почв*. Иркутск: Изд-во ИГУ, 1980. 95 с.
21. *Классификация и диагностика почв России* / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

22. *Классификация и диагностика почв СССР*. Егоров В.В. и др. М.: Колос, 1977. 225 с.
23. Коновалова Т.И., Бессолицина Е.П. Устойчивость и направления антропогенных преобразований геосистем южной части Средней Сибири // *Известия Иркутского государственного университета. Сер. «Науки о Земле»*. 2011. Т.4 №2. С. 120–137.
24. Коновалова Т.И., Руденко Г.В. Основные этапы развития таежных геосистем юга Средней Сибири // *Известия Иркутского государственного университета. Сер. «Науки о Земле»*. 2010. Т. 3. № 1. С. 39–53.
25. Кузьмин М.И., Карабанов Е.Б., Прокопенко А.А. и др. Ритмы позднего кайнозоя и климатические вариации Азии по данным глубоководного бурения дна озера Байкал // *Глобальные изменения природной среды*. Новосибирск: Изд-во СО РАН, фил. «Гео», 2001. С. 146–159.
26. Логачев Н.А., Ломоносова Т.К., Климанова В.М. *Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра*. М.: Наука, 1964. 196 с.
27. Макеев О.В. *Дерновые таежные почвы юга Средней Сибири (генезис, свойства и пути рационального использования)*. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1959. 347 с.
28. Макеев О.В., Ногина Н.А. Классификация и диагностика почв Средней и Восточной Сибири // *Краткие сообщения Бурят. комплексного НИИ СО АН СССР. Сер. естеств. наук*. 1962. вып. 3. С. 65–72.
29. Мартынова Н.А., Швецов С.Г., Белоусов В.М., Комаров А.Н. Влияние лёссовых покровов и кембрийских пород на свойства и разнообразие почвенного покрова Иркутской области (окрестностей пос. Балаганск) // *Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ и ДнЮ Байкала / Гранина Н.И. (отв.ред.)*. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2016. С. 171–178.
30. Надеждин Б. В. *Лено-Ангарская лесостепь* (почвенно-географический очерк). М.: АН СССР, 1961. 327 с.
31. Николаев И.В. *Почвы Иркутской области*. Иркутск: ОГИЗ, 1948. 421 с.
32. *Полевой определитель почв*. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
33. *Почвоведы и агрохимики Сибири и Дальнего Востока: биографо-библиогр. справочник* / В. А. Хмелев (отв. ред.). Новосибирск: Изд-во Ин-та почвоведения и агрохимии СО РАН, 2004. 333 с.
34. Прейн Я.П. Очерк почв Балаганского округа // *Материалы по исследованию землепользования и хозяйственного быта Иркутской и Енисейской губернии*. 1890. Т. II, вып. 5. С. 64–83.
35. Рыжов Ю.В. Эрозионно-аккумулятивные процессы в бассейнах малых рек юга Восточной Сибири // *География и природные ресурсы*. 2009. № 3. С. 94–101.
36. Семеней Е. Ю. *Стратиграфия и корреляция отложений верхнего неоплейстоцена юга Сибирской платформы и Тункинского рифта*. Автореферат дисс. на соискание ученой степени к. г.-м. н., Санкт-Петербург, 2015. – 23 с.
37. Семеней Е.Ю., Щетников А.А., Филинов И.А., Вещева С.В. Условия формирования и корреляция отложений опорных разрезов верхнего неоплейстоцена юга Восточной Сибири по литохимическим данным // *Вестник ИрГТУ*. 2014. №9 (92) С 89-99.
38. *Теория и практика химического анализа почв*. Под ред. Л.А. Воробевой. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
39. Чендев Ю.Г. *Естественная эволюция почв Центральной лесостепи в голоцене*. Белгород: Изд-во Белгородского ун-та, 2004. 200 с.
40. Чендев Ю.Г. *Естественная и антропогенная эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене* // Автореферат дисс... д. г. н.: 25.00.23 / Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. Москва, 2005. 47 с.
41. Чернышева О.А. *Особенности современного распространения реликтовых сосудистых растений Верхнего Приангарья* // Автореферат дисс. на соискание ученой степени к.б.н., Улан-Удэ, 2012.- 24 с.
42. Чижикова Н.П., Гамзиков Г.П., Четко Е.С. Особенности профильного распределения и кристаллохимии слоистых силикатов в почвах лесостепи Предбайкалья // *Почвоведение*. 2018. № 1. С. 93–110. doi: [10.7868/S0032180X18010100](https://doi.org/10.7868/S0032180X18010100)
43. Щетников А.И. Тенденции динамики вещества южносибирских геосистем в условиях глобальных изменений природной среды и антропогенных нагрузок // *Тренды ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах юга Сибири*. Новосибирск: Наука, 2004. С. 20–31.
44. *Экологический атлас Байкальского региона* / Отв. ред. Батуев А.Р., Корытный Л.М., Хмельнов А.Е. Иркутск: ИГ СО РАН, 2017. 378 с.
45. Ярмолюк В.В., Кузьмин М.И. Корреляция эндогенных событий и вариаций климата в позднем кайнозое Центральной Азии // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2006. Т 14. № 2. С. 3–25.
46. Mats V.D., Lomonosova T.K., Vorobyeva G.A., Granina L.Z. Upper Cretaceous-Cenozoic clay minerals of the Baikal region (Eastern Siberia) // *Applied Clay Science*. 2004. Vol. 24. P. 327-336. doi: [10.1016/j.clay.2003.08.008](https://doi.org/10.1016/j.clay.2003.08.008)
47. Firestone R. B., West A., Kennett J.P. et al. Evidence for an extraterrestrial impact 12,900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling // *PNAS*. 2007. Vol.104. No. 41. P.16016-16021. doi: [10.1073/pnas.0706977104](https://doi.org/10.1073/pnas.0706977104)
48. *IUSS Working Group*. WRB, World Reference Base for Soil Resources Inter. soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports. No 106. FAO, Rome, 2014. 181 p.

Поступила в редакцию 21.10.2018; принята 07.02.2020
Опубликована 10.02.2020

Сведения об авторах:

Мартынова Наталья Александровна – старший преподаватель кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов биолого-почвенного факультета Иркутского государственного университета (Иркутск, Россия); natamart-irk@yandex.ru

Власова Виктория Юрьевна – студентка кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов биолого-почвенного факультета Иркутского государственного университета (Иркутск, Россия); vlasova09v97@mail.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

PROPERTIES AND GENESIS OF SOILS OF THE BALAGANSK FOREST-STEPPE IN CENTRAL SIBERIA AND THEIR ECOLOGICAL AND RESOURCE POTENTIAL

© 2019 N.A. Martynova , V.Yu. Vlasova

Address: Irkutsk State University, Irkutsk, Russia. E-mail: natamart-irk@yandex.ru

The aim of the study. *To study the properties and genesis of natural soils of forest-steppe areas of Balagansk steppe.*

Location and time. *The environs of Balagansk settlement in the Balagansky district of Irkutsk region, 2013-2018.*

Methodology. *Combined field and laboratory studies of soil cover and soil properties using soil-morphological, pedo-lithological, climatostratigraphic, botanical, geological-geomorphological and comparative geographical methods, as well as various physical and chemical analyses.*

Main results. *The study of soil properties of the Balagansk' forest-steppe and assessment of their classification position revealed the basic regularities of geographical distribution of soils. In steppe areas of the studied region clay-illuvial and textural-carbonate chernozems were formed. The forest vegetation favoured the developed of residual-carbonate gray, dark gray, gray and dark gray metamorphic and burozemic soils; the floodplain areas are predominantly occupied by gley soils and dark-humus gleic soils.*

Conclusion. *The study of soil and vegetation cover of the Balagansk' forest-steppe showed that soils were developed on the eluvium-deluvium of carbonate Cambrian red-colored siltstones and loess cover and have sufficiently high natural fertility and ecological and resource potential. The soils of the investigated area are characterized by a large variety and complex polygenetic structure of the soil profile, which reflects the change of soil formation' conditions during Holocene-Pleistocene.*

Key words: soil cover; Balagansk forest-steppe; soil genesis; soil properties; ecological and resource potential

How to cite: *Martynova N.A., Vlasova V. Yu. Properties and genesis of soils in the Balagansk forest-steppe of Central Siberia and their ecological and resource potential // The Journal of Soils and Environment. 2019. 2(4). e33. doi: [10.31251/pos.v2i4.33](https://doi.org/10.31251/pos.v2i4.33) (in Russian with an English abstract).*

Received 21 October 2018

Accepted 07 February 2020

Published 10 February 2020

About the authors:

Martynova Natalia A. – senior lecturer of the Department of soil science and land resources assessment of the Soil-Biology Faculty in Irkutsk State University (Irkutsk, Russia); natamart-irk@yandex.ru

Vlasova Victoria Yu. – student of of the Department of Soil Science and land resources assessment of the Soil-Biology Faculty of the Soil-Biology Faculty in Irkutsk State University (Irkutsk, Russia); vlasova09v97@mail.ru

REFERENCES

1. Agapitov N. N. *To the question about the origin of Chernozem.* Irkutsk: Publishing house of the East Siberian Department of the Russian geographical society. 1881. Vol. IX, No. 3-4. p. 16-17. (in Russian)
2. Alexandrovsky A. L., Alexandrovskaya E. I. *Evolution of soils and geographic environment.* Moscow: Nauka Publ, 2005. 223 p. (in Russian)
3. *Atlas. Irkutsk and Irkutsk region.* Irkutsk: FSUE "Vostsibugol", Roskartografia Publ., 2010. 48 p. (in Russian)

4. *Atlas. Irkutsk region: ecological conditions of development*. OTV. ed.: A. R. Batuev, A.V. Belov, B. A. Bogoyavlensky. Moscow-Irkutsk: Omsk cartogr. the factory of Roskartografiya Publ., 2004. 90 p. (in Russian)
5. Berg L. S. About soil theory of loess formation. In book: *Proceed. of the Geogr. Institute*, 1926, Vol. 6, p.73-92.
6. Berkin N. C., Filippov S. A., Rudenko G. V. *The Natural conditions of the administrative districts*. Irkutsk: ISU Publishing house, 1993. 300 p. (in Russian)
7. Boyarkin V. M., Boyarkin I. V. *Geography of Irkutsk region / 7th ed., revised and additional*. Irkutsk: Sarma Publ., 2011. 255 p. (in Russian)
8. Velichko A.A. Morozova T.D. Basic features of soil formation in the Pleistocene on the East European plain and their paleogeographic. interpretation. In book: *Evolution of soils and soil cover. Theory, diversity of natural evolution and anthropogenic transformations of soils*. Moscow: GEOS Publ., 2015. p. 321–337. (in Russian)
9. Vorobyova G. A. The problem of indexing of soil horizons and nomenclature of soils of the Baikal region and their classification, *The Bulletin of Irkutsk State University. Series «Biology. Ecology»*, 2017, Vol. 21, p. 61–71. (in Russian)
10. Vorobyeva G.A. Soil-Forming rocks of the southern part of the Leno-Angarsky plateau. In book: *Soils of the South of Central Siberia and their use*. Irkutsk: Publishing house of Academy of Sciences of the USSR, 1970. p.30–38.
11. Vorobyeva G.A., Berdnikova N.E., Lipnina E.A., Rogovskoy E. O., Berdnikov I. M. Paleosols of Sartan age in the sections of geoarchaeological objects of the Baikal region. In book: *Soil as a connecting link in the functioning of natural and anthropogenically transformed ecosystems* [Electronic resource]: Proceed. of the IV Inter. Conf.. Scienc.-Pract. Conf., devoted to the 85th Anniversary of the Department of Soil Science and Assessment of Land Resources of ISU and to day of Baikal (ed. N. I. Granina). Irkutsk: ISU Publishing house, 2016. p. 417–424. (in Russian)
12. Vorobyeva G. A. *Soil as a chronicle of natural events of the Baikal region (the problems of evolution and classification of soils)*. Irkutsk: Publishing house of Irkutsk State University, 2010. 205 p. (in Russian)
13. Vorobyeva G. A. *Soils of Irkutsk region: classification, nomenclature and correlation issues*. Irkutsk: Publishing house of Irkutsk State University, 2009. 149 p. (in Russian)
14. Vorobyeva G. A., Berdnikova N.E. Natural and cultural phenomena of Baikal region at the boundary of Pleistocene and Holocene. In book: *Proceed. of II (XVIII) Russian archaeological Congress in Suzdal*. Vol.1. Moscow: IA RAS Publ., 2008, p. 53–55. (in Russian)
15. Vorobyeva G.A., Berdnikova N.E., Vashukevich N.V., Kuklina S.L., Chaika N.V. Traces of Kargin'sky' soil formation at the valley of the Belaya river (southern Baikal region) and their influence on agricultural properties of soils, *Zemledelie, pochvovedenie i agrokhimiya*, 2010a, No. 4 (21), p. 32–36. (in Russian)
16. Vorobyeva G. A., Vashukevich N. V., Kuklina S. L. Soil resources as a necessary component of the sustainable development strategy of the Irkutsk region, *Izvestiya of Irkutsk State Economic Academy, Series: Ecology and nature management*, 2010b, No. 4. p. 346–352. (in Russian)
17. Vorobyeva G. A., Matz V. D. Evolution of soil formation and subaerial sedimentation in Baikal-Yenisei Siberia. In book: *Soil as a link of functioning of natural and anthropogenically transformed ecosystems*: Proceed. of the II Inter. Sci. and Prac. Conf. devoted to the 75th anniversary of the Department of Soil Science of Irkutsk State University, Irkutsk, 4-7 September 2006-Irkutsk: Publishing House of Irkutsk State University, 2006. p. 18–24. (in Russian)
18. Vorobyeva G. A., Matz V. D., Shimaraeva M. K. Paleoclimates of the late Miocene, Pliocene and Eopleistocene of Baikal region, *Geology and Geophysics*, 1995, Vol. 38, No. 8, p. 82–96. (in Russian)
19. Karnaukhov, N. I. *Reclamation of soils*. Irkutsk: Publishing house of Irkutsk State University, 1977. 89 p. (in Russian)
20. Karnaukhov N. I. *Reclamation of saline soils*. Irkutsk: Publishing house of Irkutsk State University, 1980. 95 p. (in Russian)
21. *Classification and diagnostics of soils of Russia / Authors and compilers: Shishov LL., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I.*. Smolensk: Oikumena, 2004. 342 p. (in Russian)
22. *Classification and diagnosis of soils of the USSR / Authors and compilers: Egorov V.V., Friedland V.M., Ivanova E.N., Rozova N.N., Nosin V.A. Friev., T.A.* Moscow: Kolos, 1977. 225 p. (in Russian)
23. Konovalova T. I. Bessolitsina E. P. Stability and directions of anthropogenic transformations of geosystems of the southern part of Central Siberia, *The Bulletin of Irkutsk State University. Series «Earth Sciences»*, 2011, Vol.4, No.2, p. 120–137. (in Russian)
24. Konovalova. I. Rudenko G. V. Main stages of taiga geosystems' development at the South of Central Siberia, *The Bulletin of Irkutsk State University. Series «Earth Sciences»*, 2010, Vol.3, No.1, p. 39–53. (in Russian)
25. Kuzmin M.I., Karabanov E.B., Prokopenko A.A. and others. *Rhythms of the late Cenozoic and climatic variations of Asia according to the data of deep-water drilling of the bottom of lake Baikal*. Novosibirsk: Publishing house of SB RAS, Phil. "Geo", 2001. p. 146–159. (in Russian)
26. Logachev N.A., Lomonosova T. K., Klimanova V. M. *Cenozoic deposits of the Irkutsk amphitheater*. Moscow: Nauka Publ., 1964. 196 p. (in Russian)
27. Makeev O.V. *Turf taiga soils of the south of Central Siberia (Genesis, properties and ways of rational use)*. Ulan-Ude: Buryat. Knizhuay Publ., 1959. 347 p. (in Russian)

28. Makeev O.V., Nogina N.A. Classification and diagnostics of soils of Central and Eastern Siberia, *Brief reports of the Buryat complex research Institute of the USSR Academy of Sciences*. Ser. Natures' sciences. Ulan-Ude: BCNII SO AN of USSR, 1962, Vol. 3. p. 65–72. (in Russian)
29. Martynova N.A., Shvetsov S.G., Belousov V.M., Komarov A.N. The influence of loess cover and Cambrian rocks on the properties and diversity of the soil cover of the Irkutsk region (near the village of Balagansk). In book: *Soil as a link in the functioning of natural and anthropogenic ecosystems*: Proceed. of the IV Inter. Science-Pract. Conf., devoted to the 85-th anniversary of the Department of Soil Science and Assessment of Land Resources of ISU and to Day of Baikal (edited By N. I. Granina). Irkutsk: ISU Publishing house, 2016. p. 171–178. (in Russian)
30. Nadezhdin B.V. *Of the Lena-Angara forest-steppe (soil-geographical essay)*. Moscow: USSR Academy of Sciences, 1961. 327 p. (in Russian)
31. Nikolaev I.V. *Soils of Irkutsk region*. Irkutsk: OGIZ 1948 [bound 1949]. 421 p. (in Russian)
32. *Field soil identification manual*. Moscow: Soil Institute of V.V. Dokuchaev, 2008. 182 p. (in Russian)
33. *Soil scientists and agrochemists of Siberia and Far East*: Bibliogr. reference book / Ed. by Khmelev V.A. Novosibirsk: Publishing house of Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 2004. 333 p. (in Russian)
34. Prein Y.P. Essay of soils of Balagansk' district. In book: *Materials on the study of land use and economic life of Irkutsk and Yenisei province*. Vol. 5, 1890. p. 64–83. (in Russian)
35. Ryzhov Yu.V. Erosive-accumulative processes at the basins of small rivers of the South of Eastern Siberia, *Geography and Natural Resources*, 2009, Vol. 3, p. 94–101. doi: [10.1016/j.gnr.2009.09.011](https://doi.org/10.1016/j.gnr.2009.09.011)
36. Semeney E.Yu. *Stratigraphy and correlation of the upper Neopleistocene deposits of the southern Siberian platform and Tunka rift*. The author's abstract of Diss. for the degree of candidate of Geol.-Mneral. Sciences. St. Petersburg, 2015. 23 p. (in Russian)
37. Semeney E.Yu., Shchetnikov A.A., Filinovich I.A., Veshcheva S.V. Formation conditions and correlation of upper Neo-Pleistocene reference section deposits in the South Of Eastern Siberia by lithochemical data, *Sci. journal «Proceed. of Irkutsk State Technical University»*, 2014, No. 9 (92), pp. 89-99. (in Russian)
38. *Theory and practice of chemical analysis of soils* / Ed. Vorobieva L.A. M.: GEOS Publ., 2006. 400 p. (in Russian)
39. Chendev Yu.G. *Natural and anthropogenic evolution of forest-steppe soils of the Central Russian upland in Holocene*. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 2005. 47 p. (in Russian)
40. Chendev Y.G. *Natural evolution of soils of Central forest-steppe zone in Holocene*. Belgorod: Publishing house of Belgorod University, 2004. 200 p. (in Russian)
41. Chernysheva O.A. Features of modern distribution of relict vascular plants of the Upper Angara region. *Abstract of dissertation for the Sci. Degree of Candidate of Biological Sciences*. Ulan-Ude, 2012. 24 p. (in Russian)
42. Chizhikova N. P., Chechetko E.S., Gamzikov G.P. Specific features of profile distribution and crystallochemistry of phyllosilicates in soils of the Cisbaikal forest-steppe, *Eurasian Soil Science*, 2018, No.1, p. 96–111. doi: [10.1134/S1064229318010052](https://doi.org/10.1134/S1064229318010052)
43. Shchetnikov A.I. Trends in dynamics of the substance of South Siberian geosystems at the conditions of global changes of natural environment and anthropogenic loads. In book: *Trends of landscape-geochemical processes at geosystems of southern Siberia*. Novosibirsk: Nauka Publ., 2004. P. 20–31. (in Russian)
44. *Ecological Atlas of the Baikal region* / Ed. Batuev A.R., Korytny L.M., Khmel'nov A.E. Irkutsk: Publishing House of Institute of Geography of SB RAS, 2017. 378 p. (in Russian)
45. Yarmolyuk V.V., Kuzmin M.I. Correlation of endogenous events and climate variations at the late Cenozoic of Central Asia, *Stratigraphy. Geological correlation*, 2006, Vol. 14, No. 2, p. 3–25. (in Russian)
46. Mats V.D., Lomonosova T.K., Vorobyeva G.A., Granina L.Z. Upper Cretaceous-Cenozoic clay minerals of the Baikal region (eastern Siberia), *Applied Clay Science*, 2004, Vol. 24, p. 327–336. doi: [10.1016/j.clay.2003.08.008](https://doi.org/10.1016/j.clay.2003.08.008)
47. Firestone R. B., West A., Kennett J.P. et al. Evidence for an extraterrestrial impact 12,900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling, *PNAS*, 2007, Vol. 104, No.41, p.16016-16021. doi: [10.1073/pnas.0706977104](https://doi.org/10.1073/pnas.0706977104)
48. *IUSS Working Group. WRB, World Reference Base for Soil Resources Inter. soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*, World Soil Resources Reports. No 106. FAO, Rome, 2014. 181

The authors read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)