

УДК 631.4: 551.4

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2016-5(83-91)

А. Б. ГЫНИНОВА*, Ж. Д. ДЫРЖИНОВ*, Б.-М. Н. ГОНЧИКОВ*, А. Н. БЕШЕНЦЕВ**

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, Россия, ayur.gyninova@mail.ru, orlikdjd@mail.ru, batomunk74@mail.ru

**Байкальский институт природопользования СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, Россия, abesh@mail.ru

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДТАЕЖНЫХ ПОЧВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ СЕЛЕНГИ

Исследовано влияние антропогенных факторов — распашки и пожаров — на почвообразование в дельте р. Селенги на юго-восточном побережье оз. Байкал. Показаны изменения практически полностью вовлеченных в сельскохозяйственное производство переходных от дерново-подбуров к буроземам почв на песчаных размытых террасах в подножии хр. Хамар-Дабан. Установлено, что под воздействием тяжелой техники на полях происходит уплотнение почвы, снижается ее водопроницаемость и развиваются процессы смыва и припашки в верхней части склона, а намыва — в пологой части. В результате на основном участке пашни происходит увеличение мощности гумусово-аккумулятивной толщи, сопровождающееся образованием мощного подпахотного горизонта. Определено, что почвы сосновых боров — псаммоземы гумусовые оподзоленные — трансформируются под влиянием лесных пожаров, выявлены особенности их послепожарного развития. Установлено, что среди исследованных антропогенных факторов наиболее отрицательное влияние на почву оказывают верховые пожары. Распашка и низовые пожары имеют не только отрицательный, но и положительный эффект: в обоих случаях увеличивается мощность гумусово-аккумулятивных горизонтов и растут запасы гумуса.

Ключевые слова: Прибайкалье, дельта, почва, распашка, пожары, сукцессия, запасы гумуса.

A. B. GYNINOVA*, ZH. D. DYRZHINOV*, B.-M. N. GONCHIKOV*, AND A. N. BESHENTSEV**

*Institute of General and Experimental Biology SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanovoy str., 6, Russia, ayur.gyninova@mail.ru, orlikdjd@mail.ru, batomunk74@mail.ru

**Baikal Institute of Nature Management SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanovoy str., 6, Russia, abesh@mail.ru

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF SUBTAIGA SOILS OF THE SELENGA RIVER DELTA

We investigated the influence of two anthropogenic factors, plowing and fires, on soil formation in the delta of the Selenga river along the southeastern shores of Lake Baikal. The study revealed changes in soils transitional from soddy podburs to buruzems that are almost entire drawn into the agricultural turnover, occurring on sandy waterworn terraces at the foot of the Khamar-Daban Range. It is established that heavy agricultural machinery on the fields leads to soil compaction and a decrease in water permeability, and promotes the processes of soil loss and subsoil plowing in the upper part of the slope as well as the fill processes in its gentle part. As a result, the main area of tillage experiences an increase in the thickness of the humus-accumulative layer accompanied by the formation of a thick subsurface horizon. It is determined that the soils of pine forests: humic podzolized psammozems, are transformed under the influence of forest fires; characteristic features of their post-fire development are revealed. It is found that among the anthropogenic factors under investigation, crown fires have the most negative influence on the soil. Plowing and ground fires have not only negative but also positive effects: in either case, the thickness of the humus-accumulative horizons and humus reserves increase.

Keywords: Cisbaikalia, delta, soil, plowing, fires, succession, humus reserves.

Экологические функции, выполняемые почвенным покровом планеты в биосфере, во многом определяют устойчивость наземных экосистем. Угроза экологического кризиса связана с увеличением масштабов деградации почвенного покрова [1]. Причина этого процесса заключается в резком возрастании влияния антропогенного фактора на одну из геосфер планеты — педосферу, которая является базовым элементом функционирования природно-хозяйственных экосистем [2]. В современный период динамизм антропогенного фактора, обусловленный развитием общества, его технической оснащённостью, неуклонно растёт. В этих условиях особое значение имеет трансформация лесных почв, поскольку леса выполняют углеродную, водоохранную и другие важнейшие биосферные функции [3]. Роль почв в сохранении ландшафтов тесно связана с накоплением органического вещества и элементов питания, гумификацией опада, переводом поверхностного стока в подземный.

Формирующиеся под защитой древесного полога почвы, как правило, уязвимы по отношению к деструктивным факторам, и при уничтожении леса вырубками или в результате пожаров в них нередко отмечаются признаки эрозии, дефляции и других негативных явлений [4–8]. Исследование антропогенной трансформации лесных почв представляет большой интерес с точки зрения как их дальнейшей эволюции, так и проблем восстановления лесных массивов.

Цель данной работы — исследование подтаежных почв дельты р. Селенги и изменений их свойств под влиянием антропогенных факторов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дельта р. Селенги расположена на юго-восточном побережье Байкала и имеет площадь 1120 км². Территория относится к Прибайкальской гольцово-горно-таежной и котловинной физико-географической провинции [9]. Климат района резко континентальный, несколько смягченный влиянием оз. Байкал [10]. Годовая сумма осадков 400 мм, основная их часть выпадает во второй половине лета. Среднегодовая температура –1 °С, средняя температура января –25 °С, июля — 21 °С.

Массивы лесных почв в дельте в основном приурочены к озерно-речным террасам [11] (см. рисунок). Общая их площадь вместе с Творогово-Истокским поднятием и останцами в его размытой части составляет примерно 540 км². Террасы сложены песчаными отложениями и в естественном состоянии покрыты сосновыми, мелколиственными или смешанными лесами, называемыми подтайгой. Благодаря относительно мягкому климату и равнинному рельефу район исследования является одним из наиболее освоенных в Республике Бурятия. Процесс освоения почв дельты приобрел масштабность в 1950-х гг., когда более половины площадей лесных почв были переведены в пашню. Основной пахотный фонд представлен почвами смешанных и мелколиственных лесов.

Сосновые леса отличаются повышенной пожарной опасностью. Пожары приводят к выгоранию органического вещества, снижению кислотности, увеличению содержания золы и, как правило, к появлению в течение последующих лет признаков эрозии [4, 5, 12].

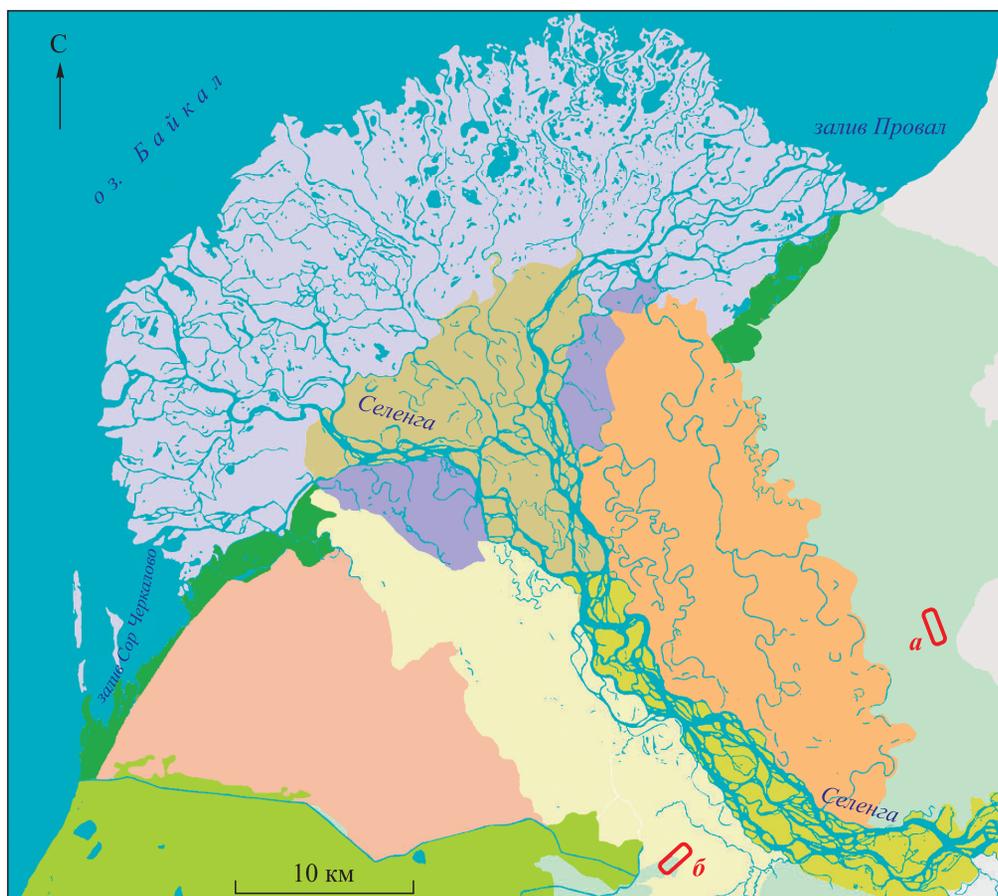
Объектами изучения послужили почвы террас, покрытые сосновыми лесами, и их аналоги, пройденные пожарами, а также почвы осиново-березовых лесов и их распаханые варианты. При исследовании использовались сравнительно-географический метод и метод ключевых участков. Ключевой участок «Сосновый бор» расположен в правобережной части дельты на террасе, прислоненной к хр. Морскому, где сосредоточен основной массив сосновых лесов. Ключевой участок «Пашня» заложен в левобережной части дельты, на останцах террас, примыкающих к хр. Хамар-Дабан, почвенный покров которых, за исключением небольших островков леса, практически полностью распахан.

Анализ морфологического строения проведен в соответствии с методами, предлагаемыми Б. Г. Розановым [13]. Физико-химические свойства определялись по методике Л. А. Воробьевой [14], физические и водно-физические — общепринятыми современными методами [15]. Классификация почв составлена в соответствии с Классификацией почв России [16].

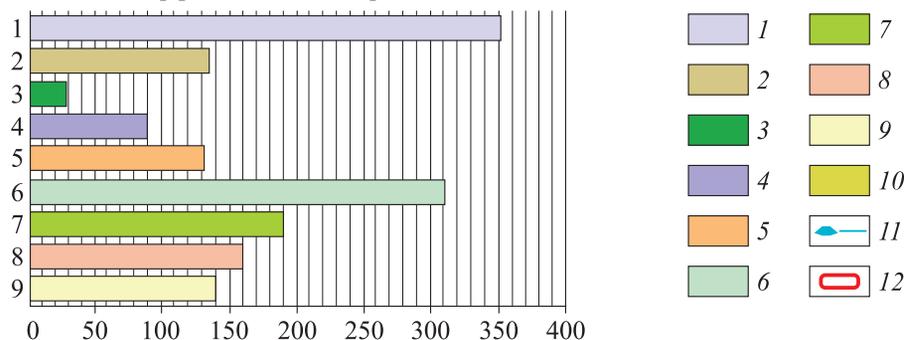
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Морфологическое строение. Ключевой участок «Сосновый бор» включает разрезы на участках, не измененных пожаром и пройденных низовым и верховым пожарами. Разрез 15–11Д заложен на участке леса, не измененном пожаром, под сосновым древостоем высотой 25–30 м с сомкнутостью крон 0,7–0,8 и обильным подростом. Напочвенный покров представлен лишайниково-брусничным сообществом с проективным покрытием примерно 20 %. Строение профиля почвы имеет формулу АО(0–4) – We(4–9) – Cf(9–33) – C'(33–70) – C''(70–110). Лесная подстилка мощностью 4 см неоднородна по строению: в верхней части степень разложения слабая, в нижней — средняя. На месте контакта с минеральной частью разложение происходит при активном участии грибного мицелия. Горизонт накопления гумуса имеет серовато-бурую окраску (10YR, grayish brown 5/2) [17], небольшую мощность, формирование структуры выражено слабо. В нижней части горизонта развивается процесс оподзоливания. Под горизонтом We песчаная порода местами прокрашена в охристые тона.

На участке, пройденном 15 лет назад низовым пожаром, сосновый лес редкостойный, травянисто-брусничный. Высота древостоя около 25 м. Проективное покрытие напочвенного покрова 10–15 %, очень неравномерное. Почвенный профиль приобрел строение АО(0–1) – АО_{ор}(1–2) – АУ(2–8) – Вf(8–37) – С(37–60) – С''(60–112) (разр. 13–11Д). Лесная подстилка состоит из неразложившегося опада и черного (10YR, dark grayish brown 4/2) пирогенного мульчированного слоя. Известно, что при



Общая площадь элементов геоморфологического строения, км²



Геоморфологическое строение дельты р. Селенги.

Элементы геоморфологического строения: 1 — периферическая часть дельты, 2 — лопастная часть дельты, 3 — притеррасная часть дельты, 4 — центральная пойма, 5 — пойменная терраса, 6 — озерно-речные террасы, 7 — Калтусное тектоническое понижение, 8 — Творогово-Истокское поднятие, 9 — восточная размывная (расчлененная) часть Творогово-Истокского поднятия, 10 — русло Селенги. 11 — населенные пункты; 12 — ключевые участки (а — «Сосновый бор», б — «Пашня»).

низовых пожарах температура горения достигает 700 °С [18]. Это приводит к полному выгоранию напочвенного покрова, подроста и подлеска, при этом древостой сохраняется и происходит очищение леса от горючих материалов, а на поверхность почвы поступают зольные вещества и уголь. Появление грибного мицелия в подстилке свидетельствует о гумификации опада с образованием кислых форм. Характерная черта послепожарной почвы — формирование гумусового горизонта серовато-бурого

цвета (10YR, grayish brown 5/2). В горизонте Vf окраска приобрела буроватость (7,5YR, light brown 6/4), очевидно, в связи с активизацией вертикальной миграции железа с подвижными формами гумуса, что маркирует развитие альфегумусового процесса. Нижележащие горизонты близки по окраске (7,5YR, reddish yellow 6/6; 7,5YR, reddish yellow 6/8) соответствующим горизонтам почвы разр. 15–11Д.

На участке, пройденном 15 лет назад верховым пожаром, зрелый древостой отсутствует, возобновление леса в отдельных местах представлено сосновым молодняком. Напочвенный покров бруснично-травянистый мохово-лишайниковый с проективным покрытием 5 %. При верховых пожарах температура горения достигает 900–1200 °С [18], лес выгорает полностью, и поверхность почвы спекается с образованием корочки, процесс почвообразования начинается с нуля. Профиль почвы имеет строение Wk(0–1) – BCf(1–8) – C'(8–41) – C''(41–102) (разр. 14–11Д). Гумусовый горизонт и лесная подстилка отсутствуют. Начало формирования почвы маркируется появлением слабо развитого аккумулятивного горизонта Wk в виде корочки серовато-бурой окраски (7,5YR, brown 5/2) мощностью около 1 см, образование которой вызвано гумификацией опада лишайника. Ризоиды лишайника слабо скрепляют почвенную массу. Ниже горизонта Wk признаки почвообразования заключаются в слабой прокрашенности почвенной массы до глубины 8 см в буроватый цвет (7,5YR, light brown 6/4), что позволяет выделить горизонт BCf. Нижняя часть профиля мало отличается от почв разрезов 13–11Д и 15–11Д.

Исследование морфологического строения почв сосновых боров дельты р. Селенги показало, что не измененные пожаром почвы, согласно классификации [16], относятся к типу псаммоземы гумусовые, подтипу оподзоленные отдела слабо развитые. После низового пожара активизируются процессы накопления гумуса, вызывая образование горизонта AY. Появление горизонта Vf свидетельствует о развитии альфегумусового процесса. Указанные изменения профиля обнаруживают трансформацию псаммозем в направлении формирования дерново-подбуров отдела альфегумусовые.

Формирование за прошедшие после верхового пожара 15 лет хрупкой гумусированной корочки мощностью всего 1 см и некоторое ожелезнение с образованием горизонта BCf свидетельствуют об их принадлежности к типу псаммоземы в отделе слабо развитые, подтипу иллювиально-ожелезненные.

Ключевой участок «Пашня» включает два разреза. Разрез 9–11Д под богаторазнотравным осиново-березовым лесом имеет профиль AO(0–2) – AY(2–9) – AYm(9–17) – ABm(17–28) – Bfm(28–60) – BC(60–79) – C(79–120). Подстилка маломощная рыхлая слабо разложившаяся темного серовато-бурого (10YR, dark grayish brown 4/2) цвета. Горизонт AY имеет буровато-темно-серый цвет (10YR, dark gray 4/1) и комковатую структуру, скрепленную корнями. Горизонт AYm несколько светлее (10YR, grayish brown 5/2) и отличается оглиненностью.

Переход к минеральной части профиля постепенный, с образованием серовато-светло-бурого (10YR, pale brown 6/3) горизонта ABm с комковатой структурой и повышенным содержанием глинистого компонента.

Иллювиальный горизонт Bfm имеет светло-бурую с охристым оттенком окраску (10YR, light yellowish brown 6/4), свидетельствующую о наличии аморфных форм соединений железа. Его присутствие может быть связано с развитием альфегумусового процесса или с высвобождением железа из кристаллической решетки минералов в процессе выветривания. Горизонт C песчаный, буровато-желтый (10YR, light yellowish brown 6/4), бесструктурный.

Морфологическое строение разр. 9–11Д обнаруживает признаки как альфегумусового процесса, так и метаморфизма, что позволяет отнести почвы к переходным от дерново-подбуров к буроземам.

Разрез 10–11Д, заложенный под посевами ячменя и расположенный примерно в 100 м от разр. 9–11Д, имеет профиль Ap(0–17) – Ap/п(17–47) – Bfm(47–72) – C(72–101). Аккумулятивные горизонты серовато-темно-бурого (10YR, grayish brown 5/2) цвета, комковатой структуры, уплотненные. Бурые тона окраски обусловлены лесным генезисом. Подпахотный горизонт P' более плотный, оглиненный, с обилием угольков и охристостью по редким ходам корней. Структура глыбистая. Горизонт Bfm охристо-бурый (10YR, brown 5/3), менее плотный по сравнению с подпахотным, оглиненный, песчаный, структура комковатая. В нижней части — охристая кайма. Горизонт C аналогичен горизонту почвы под лесом.

Мощность гумусовых горизонтов в 2,8 раза больше мощности почвы под лесом, что свидетельствует о податливости почвы к окультуриванию, а также об активизации плоскостного смыва. Важным фактором при этом выступает оглиненность почвы, которая благоприятствует аккумуляции гумуса, оструктуриванию и препятствует развитию эрозии. Морфологическое строение обнаруживает формирование антропогенно трансформированной почвы — агрозема структурно-метаморфического.

Физические свойства. Решающую роль в восстановлении лесов и выполнении ими водоохраных функций играют физические и водно-физические свойства. Исследование гранулометрического состава почв сосновых боров (табл. 1) обнаруживает их связнопесчаный состав.

Характерна высокая степень сортированности со значительным преобладанием фракции мелко-го песка. Содержание илистой фракции довольно низкое. Во всех исследованных разрезах оно имеет наименьшее значение в поверхностном горизонте и слабо возрастает вниз по профилю, что указывает на некоторый вынос тонкодисперсной фракции.

В предгорьях хр. Хамар-Дабан песчаные террасы в процессе почвообразования приобретают супесчаный и легкосуглинистый состав. По сравнению с почвообразующей породой резко возрастает содержание пылеватой и илистой фракций. В почве под лесом максимальное накопление илистой фракции отмечается в подгумусовом горизонте АВm, а в освоенной — максимум смещен в горизонт Vfm. В пахотном и подпахотном горизонтах распределение фракций гранулометрического состава усредняется. Утяжеление гранулометрического состава, очевидно, обусловлено предгорно-гумидной зональностью вблизи хр. Хамар-Дабан [19]. Увеличение содержания тонкодисперсных фракций говорит о развитии процессов оглинивания, что благоприятно влияет на формирование свойств гумусового и пахотного горизонтов.

Плотность сложения почвы в сосновом бору, не измененном пожаром, закономерно и постепенно возрастает с глубиной и варьирует в пределах 1,24–1,61 г/см³ (табл. 2). Для песчаных почв эти показатели оптимальны [20]. Аналогично изменяется и плотность почвы, пройденной верховым пожаром. В почвах, трансформированных низовым пожаром, в горизонте Vf плотность резко увеличи-

Таблица 1

Гранулометрический состав почв, %

Горизонт, глубина (см)	W, %	Удель- ный вес твердой фазы, г/см ³	Размер частиц, мм						
			1,0–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
<i>Разрез 15–11Д (сосновый лес без признаков пирогенеза)</i>									
We, 4–9	0,67	2,62	7,94	71,90	10,95	2,18	3,72	3,31	9,21
Cf, 9–33	0,55	2,63	10,10	68,63	11,66	2,46	3,45	3,70	9,61
C', 33–70	0,61	2,63	8,48	77,02	5,19	2,79	1,31	5,21	9,31
C'', 70–110	0,55	2,68	11,49	80,86	4,08	0,42	0,48	2,67	3,57
<i>Разрез 13–11Д (сосновый лес, пройденный низовым пожаром)</i>									
AУ, 2–8	0,84	2,61	11,63	63,70	15,76	2,24	4,55	2,12	8,91
Vf, 8–37	0,25	2,63	13,81	67,77	8,84	1,82	4,88	2,88	9,58
C', 37–60	0,37	2,74	26,53	65,27	2,92	0,98	0,40	3,90	5,28
C'', 60–112	0,14	2,71	25,32	69,40	2,26	0,08	0,22	2,72	3,02
<i>Разрез 14–11Д (сосновый лес, пройденный верховым пожаром)</i>									
Wk, 0–1	0,83	2,62	12,64	67,85	11,29	2,34	3,78	2,10	8,22
BCf, 1–8	0,48	2,76	11,99	76,67	1,00	3,56	3,46	3,32	10,34
C', 8–41	0,36	2,68	15,15	71,81	6,58	1,38	1,92	3,16	6,46
C'', 41–102	0,18	2,71	17,37	71,61	3,48	0,04	1,02	2,48	3,54
<i>Разрез 9–11Д (вершина останца плейстоценовой террасы, березово-осиновый лес)</i>									
AУ, 2–9	0,85	2,44	4,66	40,14	42,22	6,12	4,50	2,36	12,98
AУm, 9–17	1,13	2,59	5,54	46,51	29,92	4,14	4,99	8,90	18,03
ABm, 17/20–28/30	1,77	2,72	7,56	45,09	26,11	3,75	6,98	10,51	21,24
Vfm, 28/30–60	1,00	2,70	11,36	60,78	16,67	1,37	3,21	6,61	11,19
BC, 60–79	0,19	2,73	10,12	76,46	10,66	0,12	2,06	0,58	2,76
C, 79–120	0,43	2,66	4,95	86,27	5,68	0,84	1,20	1,06	3,10
<i>Разрез 10–11Д (вершина останца плейстоценовой террасы, поле под посевами ячменя)</i>									
P, 0–17/19	1,91	2,58	7,04	38,67	34,46	4,08	10,67	5,08	19,83
P', 17/19–42/47	1,89	2,68	7,29	35,91	35,52	6,41	9,87	5,00	21,28
Vfm, 42/47–72/75	1,49	2,72	5,90	39,88	34,58	3,79	5,20	10,65	19,64
C, 75–101	0,34	2,66	20,99	73,07	3,44	0,44	1,28	0,78	2,50

Водно-физические свойства почв

Горизонт, глубина (см)	W, %	Удельный вес твердой фазы, г/см ³	Плотность сложения почвы, г/см ³	Водопроницаемость, мм вод. ст./ч	Наименьшая влагоемкость, %	Порозность, %
<i>Разрез 15–11Д (сосновый лес без признаков пирогенеза)</i>						
АО, 0–4	–	–	–	236,8	109,59	–
We, 4–9	0,67	2,62	1,24	228,2	37,54	52,67
Cf, 9–33	0,55	2,63	1,39	225,0	18,10	47,15
C', 33–70	0,61	2,63	1,43	998,2	17,66	45,63
C'', 70–110	0,55	2,68	1,61	1570,6	18,27	39,92
<i>Разрез 13–11Д (сосновый лес, пройденный низовым пожаром)</i>						
AY, 2–8	0,84	2,61	1,22	216,9	35,51	53,26
Bf, 8–37	0,25	2,63	1,60	905,8	16,74	39,16
C', 37–60	0,37	2,74	1,57	1473,5	14,16	42,70
C'', 60–112	0,14	2,71	1,63	3018,9	11,33	39,85
<i>Разрез 14–11Д (сосновый лес, пройденный верховым пожаром)</i>						
Wk, 0–1	0,67	2,62	–*	–*	–*	–*
BCf, 1–8	0,48	2,76	1,31	923,3	44,14	52,54
C', 8–41	0,36	2,68	1,36	1093,6	30,29	47,29
C'', 41–102	0,18	2,71	1,53	2272,1	17,53	41,38
<i>Разрез 9–11Д (вершина останца плейстоценовой террасы, березово-осиновый лес)</i>						
AY, 2–9	0,85	2,44	0,94	307,6	61,08	61,47
AYm, 9–17	1,13	2,59	1,40	129,3	39,29	45,94
AB, 17/20–28/30	1,77	2,72	1,39	116,5	26,30	48,90
Bf, 28/30–60	1,00	2,70	1,47	99,6	32,95	45,55
BC, 60–79	0,19	2,73	1,46	1130,4	20,76	46,52
C, 79–120	0,43	2,66	1,47	479,2	25,21	44,74
<i>Разрез 10–11Д (вершина останца плейстоценовой террасы, поле под посевами ячменя)</i>						
P, 0–17/19	1,91	2,58	1,54	38,5	29,38	40,31
P', 17/19–42/47	1,89	2,68	1,49	43,7	28,28	44,40
Bfm, 42/47–72/75	1,49	2,72	1,59	113,0	28,50	41,54
Cm, 75–101	0,34	2,66	1,40	1061,1	18,90	47,37

Примечание. Прочерк — не определялось в органических горизонтах; * — не определяется в связи с малой мощностью горизонта.

вается, достигая критической отметки [21]. Скорее всего, причиной уплотнения послужило накопление свободного железа и цементация им почвенной массы, характеризующейся некоторым повышением содержания тонкопылеватой фракции. В соответствии с плотностью поверхностные горизонты имеют большую порозность.

Водопроницаемость нетронутой пожаром почвы до глубины 33 см составляет 236,8–225,0 мм/ч (средняя) [15]. В горизонтах C' и C'' она возрастает до 998,2 (высокая) и 1570,6 мм/ч (очень высокая), что обусловлено увеличением содержания крупнодисперсных фракций с глубиной. Водоудерживающая способность имеет максимальные показатели в горизонте АО (НВ > 100 %), резко снижается в гумусовом горизонте и в горизонтах C' и C''. В почве, трансформированной низовым пожаром, влага удерживается гумусовым горизонтом в количестве 35,5 % и снижается в минеральных горизонтах. Водопроницаемость средняя только в гумусовом горизонте, а в минеральных она возрастает от высокой до исключительно высокой.

После верхового пожара водоудерживающая способность почвы повышается, очевидно, в связи с активизацией метаморфических процессов, однако водопроницаемость остается высокой и исключительно высокой. Таким образом, после пожаров почва теряет подстилку, удерживавшую влагу. Увеличение водопроницаемости создает условия для развития альфегумусового процесса.

Под мелколиственным лесом плотность почвы находится в пределах градации «оптимальная» [20]. Плотность обрабатываемых почв стабилизируется после распашки в результате самоуплотнения [15] и на исследованном участке достигает величины 1,54 г/см³, приближаясь к критическому порогу. Водопроницаемость почвы под лесом имеет оптимальные показатели в супесчаных и легкосуглинистых горизонтах. В результате распашки в пахотном и подпахотном горизонтах она резко снижается до категории удовлетворительная, в горизонте Vfm несколько повышается. Очень высок этот показатель в рыхлопесчаной породе. Объем пор в почве под лесом высокий в гумусовом горизонте, а в пахотном — ниже, чем в почвообразующей породе. В результате освоение сопровождается развитием плоскостной эрозии.

Физико-химические свойства. Естественные почвы сосновых боров характеризуются кислой реакцией среды (табл. 3). Наиболее кислая реакция отмечается для непирогенной почвы и почвы, пройденной верховым пожаром. Известно, что непосредственно после пожара обычно происходит сниже-

Таблица 3

Физико-химические свойства почв

Горизонт, глубина (см)	рН _{KCl}	Гумус, %	Запасы гумуса т/га		Обменные основания, гидро- литическая кислотность, мг-экв/100 г			ЕКО, мг-экв/100 г	СНО, %
			по гори- зонтам	в слое 1 м	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺		
<i>Разрез 15–11Д (сосновый лес без признаков пирогебеза)</i>									
АО, 0–4	4,8	15,0*	—	—	6,2	3,1	48,1	57,4	16
We, 4–9	4,8	1,7	10,4	16,8	3,1	1,2	3,48	7,78	55
Cf, 9–33	4,9	0,03	1,0		2,2	0,2	1,82	4,22	56
C', 33–70	5,1	0,09	4,6		2,1	0,8	1,23	4,13	70
C'', 70–110	5,1	0,02	0,8**		1,7	1,0	0,95	3,65	73
<i>Разрез 13–11Д (сосновый лес, пройденный низовым пожаром)</i>									
АО, 0–1	4,6	64,2*	—	—	6,0	1,2	44,9	52,1	13
АО _{орг} , 1–2	5,0	62,4*	—	—	6,0	0,5	19,1	25,6	25
AY, 2–8	5,1	3,4	21,8	66,4	5,0	0,6	4,42	10,02	55
Vf, 8–37	4,7	0,41	19,1		1,6	0,3	2,74	4,64	40
C', 37–60	4,9	0,55	19,9		1,6	0,3	1,20	3,1	61
C'', 60–112	5,3	0,09	5,7**		1,2	1,0	0,97	3,17	69
<i>Разрез 14–11Д (сосновый лес, пройденный верховым пожаром)</i>									
Wk, 0–1	4,4	4,4	5,3	28,5	2,0	1,0	6,69	9,69	30
BCf, 1–8	4,8	0,6	5,5		1,6	0,8	2,52	4,92	48
C', 8–41	4,9	0,2	8,9		1,6	0,6	1,34	3,54	62
C'', 41–102	5,1	0,1	8,9		1,7	1,0	0,91	3,61	74
<i>Разрез 9–11Д (вершина останца плейстоценовой террасы, березово-осиновый лес)</i>									
АО, 0–2	6,3	12,2	—	—	6,8	2,5	17,1	26,4	35
AY, 2–9	6,3	9,6	63,2	123,5	6,8	2,2	14,2	23,2	38
AY _m , 9–17	5,3	4,4	49,3		7,7	1,7	4,23	13,63	68
AV _m , 17/20–28/30	5,1	0,7	7,8		6,8	1,6	1,56	9,96	84
Vfm, 28/30–60	4,9	0,01	0,5		3,6	2,2	1,13	6,93	83
BC, 60–79	4,9	0,09	2,5		2,1	1,5	0,87	4,47	80
C, 79–120	4,9	0,01	0,3		2,1	1,0	0,87	3,97	78
<i>Разрез 10–11Д (вершина останца плейстоценовой террасы, поле под посевами ячменя, пашня)</i>									
P, 0–17/19	6,2	2,5	65,4	178,1	7,1	2,5	2,46	12,06	79
P', 17/19–42/47	6,1	2,0	89,4		8,1	1,3	2,25	11,65	80
Vfm, 42/47–72/75	4,9	0,54	21,5		6,3	3,0	2,57	11,87	78
C, 75–101	5,1	0,02	1,8		2,0	0,7	0,83	3,53	76

Примечание. ЕКО — емкость катионного обмена. Прочерк — не рассчитывается в органических горизонтах.

* С_{орг}; ** до 1 м.

ние кислотности [22, 23], однако за 15 лет после верхового пожара почвы восстановили кислую реакцию, а гидролитическая кислотность имеет максимальный показатель. После низового пожара пониженная кислотность сохранилась в нижней части подстилки и в гумусовом горизонте. Содержание и запасы гумуса в почве без признаков пирогенеза наиболее низкие среди исследованных почв. В пирогенных почвах эти показатели возрастают. После низового пожара они остаются значимыми до глубины 60 см, а общие запасы гумуса увеличились по сравнению с непирогенной почвой в 4 раза. В корочке, образовавшейся на поверхности почвы в результате верхового пожара, содержание гумуса высокое, однако запасы его невелики.

А. П. Чевычеловым [24] и Дж. А. Гонсалесом и др. [25] показано, что в условиях пирогенеза в лесных почвах происходит смена типа гумуса в сторону оподзоливания либо буроземообразования. Наши данные подтверждают, что для почвы леса, пройденного низовым пожаром, характерно снижение кислотности и увеличение содержания гумуса. Аналогичные выводы получены для почв ленточных боров Алтайского края [26]. П. В. Фёдоров и П. А. Тарасов [27], отмечая улучшение свойств почв после низовых пожаров, рекомендуют проводить профилактические выжигания.

Емкость катионного обмена (ЕКО) почв, благодаря гидролитической кислотности, высока лишь в подстилках. В содержании обменных оснований наибольшие показатели характерны для почвы, измененной низовым пожаром. Почвы не насыщены основаниями. Минимальные значения характерны для лесных подстилок, а среди гумусовых горизонтов — для корочки разр. 14–11Д.

Дерново-лесная переходная к бурозему почва и ее распаханый аналог имеют слабокислую реакцию, которая с глубиной становится более кислой, и слабонасыщены основаниями, за исключением лесной подстилки. Содержание гумуса в аккумулятивном горизонте почвы под лесом очень высокое и снижается вниз по профилю. Запасы гумуса составляют 123,5 т/га. В распаханном аналоге его содержание в аккумулятивных горизонтах ниже, однако в связи со значительным возрастанием их мощности запасы гумуса увеличились до 178,1 т/га. Максимальные значения ЕКО характерны для органогенных и гумусовых горизонтов, вниз по профилю они снижаются до 3–4 мг-экв/100 г почвы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Под сосновыми борами в дельте р. Селенги формируются псаммоземы гумусовые оподзоленные, профиль которых состоит из мощной подстилки, слаборазвитого оподзоленного гумусово-аккумулятивного горизонта и слабоокрашенного горизонта Cf с кислой реакцией среды по всему профилю и низким содержанием гумуса. Низовые пожары приводят к снижению кислотности почв, некоторому увеличению содержания и запасов гумуса, обменных оснований, образованию гумусового и альфегумусового горизонтов, что определяет направленность развития в сторону дерново-подбуров. В результате верховых пожаров формируются иллювиально-железистые слаборазвитые псаммоземы, отличающиеся наиболее кислой реакцией и низким содержанием гумуса. Поскольку развитие почв с последовательной сменой почвенных таксонов в течение десяти- и столетних периодов педогенеза называется почвенной сукцессией [28], можно отметить, что в зависимости от типа пожара почвенные сукцессии, а следовательно и свойства почв, будут разными. Фиксируется некоторое улучшение качества почв после низового пожара и резкое ухудшение лесорастительных свойств почв после верхового.

Исследование почв песчаных террас под мелколиственными лесами показало, что в связи с развитием метаморфических процессов формируются супесчано-легкосуглинистые, переходные от дерново-подбуров к буроземам почвы. Метаморфические процессы увеличивают содержание илистой фракции, емкость катионного обмена, насыщенность основаниями, что обуславливает возможность использования почв в земледелии. В процессе сельскохозяйственного производства образуются агрозоны структурно-метаморфические. При этом растет плотность почв, снижается водоудерживающая способность, а также водопроницаемость пахотного горизонта, сопровождающаяся перемещением почвенной массы по склону и увеличением мощности гумусово-аккумулятивных горизонтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Почвы** в биосфере и жизни человека / Отв. ред. Г. В. Добровольский, Г. С. Куст, В. Г. Санаев. — М.: Изд-во Моск. ун-та леса, 2012. — С. 20–34.
2. **Добровольский Г. В., Карпачевский Л. О., Криксунов Е. А.** Геосферы и педосфера. — М.: ГЕОС, 2010. — 188 с.
3. **Сапожников А. П., Морин В. А., Чельшев В. А.** Теоретические и прикладные проблемы разделения лесов по функциональному экологическому значению // География и природ. ресурсы. — 1998. — № 2. — С. 14–22.

4. Чевычелов А. П. Пирогенез и постпирогенные трансформации свойств и состава мерзлотных почв // Сиб. экол. журн. — 2002. — № 3. — С. 273–277.
5. Максимова Е. Ю., Абакумов Е. В. Воздействие лесных пожаров на почвенный покров на примере постпирогенных территорий Самарской области // Изв. Самар. науч. центра РАН. — 2013. — Т. 15, № 3 (7). — С. 2088–2091.
6. Герасимова М. И., Строганова М. Н., Можарова Н. В., Прокофьева Т. В. Антропогенные почвы. — Смоленск: Ойкумена, 2003. — 268 с.
7. Безкоровайная И. Н., Иванова Г. А., Тарасов П. А., Сорокин Н. Д., Богородская А. В., Иванов В. А., Конрад С. Г., Макрае Д. Дж. Пирогенная трансформация почв сосняков средней тайги Красноярского края // Сиб. экол. журн. — 2005. — № 1. — С. 143–152.
8. Agosena J. M., Orio C. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils // Geoderma. — 2003. — Vol. 113, Iss. 1–2. — P. 1–16.
9. Преображенский В. С., Фадеева Н. В., Мухина Л. И., Томилов Г. М. Типы местности и природное районирование Бурятской АССР. — М.: Наука, 1959. — 218 с.
10. Жуков В. М. Климат Бурятской АССР. — Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1960. — 188 с.
11. Тугаринов Г. Н., Березовская С. С., Беляев В. Б., Назаренко З. М. Инженерно-геологические и гидрогеолого-мелиоративные условия Усть-Селенгинской впадины. — Улан-Удэ: Изд-во Бурят. ун-та, 1978. — 378 с.
12. Деградация и охрана почв / Ред. Г. В. Добровольский. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. — 658 с.
13. Розанов Б. Г. Морфология почв. — М.: Акад. проект, 2004. — 431 с.
14. Воробьева Л. А. Химический анализ почв. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. — 272 с.
15. Теории и методы физики почв / Под ред. Е. В. Шеина, Л. О. Карпачевского. — М.: Гриф и К, 2007. — 616 с.
16. Шишов Л. Л. Классификация и диагностика почв России. — Смоленск: Ойкумена, 2004. — 342 с.
17. Munsell A. Standart soil color charts. — New York: Print Book, 1992. — 9 p.
18. Курбатский Н. П. О классификации лесных пожаров // Лесн. хоз-во. — 1970. — № 3. — С. 68–73.
19. Гынинова А. Б., Корсунов В. М. Почвы Селенгинского дельтового района // Почвоведение. — 2006. — № 3. — С. 273–281.
20. Бондарев А. Г. Физические свойства почв как теоретическая основа прогноза их уплотнения сельскохозяйственной техникой // Влияние сельскохозяйственной техники на почву: Науч. труды Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. — М.: Изд-во Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, 1981. — С. 55–63.
21. Смирнова Л. Ф. Плотность, пористость, твердость песков и корни растений // Теории и методы физики почв. — М.: Гриф и К, 2007. — С. 557–560.
22. Rubenacker A., Campitelli P., Velasco M., Ceppi S. Fire impact on several chemical and physicochemical parameters in a forest soil // Soil Health and Land Use Management. — Croatia: InTech, 2012. — Ch. 5. — P. 67–86.
23. Щербаков И. П., Забелин О. Ф., Карпель Б. А., Михалёва В. М., Чугунова Р. В., Яковлев А. П., Аверенский А. И., Короходкина В. Г. Лесные пожары в Якутии и их влияние на природу леса. — Новосибирск: Наука, 1979. — 224 с.
24. Чевычелов А. П. Пирогенез и горно-таежное континентальное гумидное автоморфное почвообразование на северо-востоке Азии (на примере Южной Якутии): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Новосибирск, 1997. — 34 с.
25. Gonzalez-Perez J. A., Gonzalez-Vila F. J., Almendros G., Knicker H. The effect of fire on soil organic matter — a review // Environment International. — 2004. — N 30. — P. 855–870.
26. Трофимов И. Т., Бахарева И. Ю. Особенности послепирогенной трансформации дерново-подзолистых почв юго-западной части ленточных боров Алтайского края // Вестн. Алт. аграр. ун-та. — 2007. — № 11 (37). — С. 31–34.
27. Фёдоров П. В., Тарасов П. А. О пирогенном влиянии на физико-химические характеристики почвы // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. — Красноярск: Изд-во Сиб. технол. ун-та, 2013. — Т. 1. — С. 3–5.
28. Васнев И. И. Почвенные сукцессии. — М.: Изд-во ЛКИ, 2008. — 400 с.

Поступила в редакцию 22 января 2016 г.