

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 4 (95). С. 60–68.

Forests of Russia and economy in them. 2025. № 4 (95). P. 60–68.

Научная статья

УДК 631.4

DOI: 10.51318/FRET.2025.95.4.006

СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СОСНЯКОВ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Лидия Андреевна Сенькова¹, Ольга Михайловна Астафьева²,
Егор Ярославович Сосновских³

^{1–3} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ senkova@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2597-662X>

² astafievaom@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9230-4380>

³ egorososnovskih1234@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена изучению свойств дерново-подзолистых почв на территории Билимбаевского лесничества Свердловской области в условиях воздействия атмосферных выбросов промышленных предприятий. Рациональное использование лесных насаждений возможно при наличии сведений о их почвенном покрове. Поэтому исследование степени поражения лесных массивов имеет целью изучение изменения свойств их почв. Для исследования были подобраны сосновые насаждения искусственного происхождения в различных зонах поражения и в фоновых условиях. Полученные данные свидетельствуют о том, что токсичное воздействие промышленных отходов на лесную растительность влияет и на свойства почв под ней. Почвы контрольной зоны имеют свойства, характерные для дерново-подзолистых почв. В зонах загрязнения и поражения лесов морфологические признаки и физические свойства почв не имеют ясно выраженных признаков деградации. Однако лесная подстилка становится слабо подверженной разложению. Механическая прочность агрегатов слабая, однако чем выше степень поражения леса, тем выше становится водопрочность агрегатов, что может быть связано с составом выбросов, в которых присутствует пыль.

Ключевые слова: поражение лесных насаждений, свойства и морфология почв, аэропром-выбросы

Для цитирования: Сенькова Л. А., Астафьева О. М., Сосновских Е. Я. Свойства дерново-подзолистых почв сосняков искусственного происхождения на Среднем Урале // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 4 (95). С. 60–68.

Original article

PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SOILS OF ARTIFICIAL PINE FORESTS IN THE MIDDLE URALS

Lidiya A. Senkova¹, Olga M. Astafieva², Egor Ya. Sosnovskikh³

¹⁻³ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ senkova@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2597-662X>

² astafievaom@m.usfeu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9230-4380>

³ egorososnovskih1234@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the research of the properties of sod-podzolic soils on the territory of the Bilimbaevsky forestry (Sverdlovsk region) under the influence of atmospheric emissions from industrial enterprises. Rational use of forest plantations is possible using information about their soil cover. Therefore, the research of the degree of damage to forest expanse is aimed at researching changes in the properties of their soils. For the research, the pine plantations of artificial origin in various affected zones and background conditions were selected. The data obtained indicate that toxic impact of industrial waste on forest vegetation also affects the properties of the soil underneath it. Soils in the reference zones have properties characteristic of sod-podzolic soils. In pollution and forest damage zones the morphological characteristics and physical properties of soils do not clearly expressed signs of degradation. However forest litter becomes weakly susceptible decomposition. The mechanical strength of the aggregates is weak, however the higher the degree of forest damage, the higher the water resistance of the aggregates becomes which may be due to the composition of emissions that contains dust.

Keywords: damage of forest plantations, soil properties and morphology, airborne industrial emissions

For citation: Senkova L. A., Astafieva O. M., Sosnovskikh E. Ya. Properties of sod-podzolic soils of artificial pine forests in the Middle Urals // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 4 (95). P. 60–68.

Введение

Лесное хозяйство базируется на землях и теснейшим образом связано с окружающей средой. Оно специфично и полностью исключает шаблонный подход к использованию земельных ресурсов в целях предотвращения деградиационных процессов в почвах (Трифенова, 1999; Залесов, Колтунов, 2009; Грибов, Шторм, 2010; Залесов и др., 2017). Особое значение почвоохранным мерам и целенаправленным комплексным работам по сохранению почвенного плодородия следует придавать в зонах повышенного антропогенного воздействия, характерного для Среднего Урала.

Природоохранный подход к почвенному покрову требует знания важнейших свойств почв. Однако они определяются комплексом факторов почвообразования, одним из которых является

растительность. Она является основным источником органического вещества в почве. Поступив в почву, отмирающие растительные остатки частично разлагаются до простых веществ – воды, углекислого газа и др. Другая часть подвергается гумификации. При этом растительность влияет на микроорганизмы, обеспечивающие биофизико-химическое преобразование в почвах. Лесная растительность создает в почвах особый биоценоз из таких простейших почвообитающих организмов, как грибы, актиномицеты, бактерии (Юсупов и др., 1999; Шебалова, Залесов, 2006а; 2006б; Шебалова, Залесов, 2007; 2008). Из этого следует, что характер биологического круговорота веществ влияет на ход почвообразовательных процессов и особенности свойств почвенного покрова.

На Среднем Урале почвенный покров формируется под лесами, в составе которых имеются хвойные, лиственные породы и травянистая растительность, состав и соотношение которых обуславливают два основных противоположно направленных почвообразовательных процесса: подзолистого и дернового. Эти процессы могут сочетаться с процессами, вызывающими заболачивание.

Географическое расположение горной страны Урала обеспечивает также инверсию воздушных масс, в результате чего в почвенном покрове появляется нехарактерное для внутриматерикового почвообразования буроземообразование.

Цель, методика и объекты исследования

Влияние типов леса на свойства почв в настоящее время слабо исследовано. В то же время лесные сообщества и их почвы не остаются постоянными, они подвергаются не только эволюции, но и деградации вследствие высокой антропогенной нагрузки при вырубке лесов, пожарах и особенно загрязнении продуктами промышленного производства (Хлыстов и др., 2016).

Поэтому целью работы в 2023 г. являлось исследование почв под сосновыми насаждениями, пораженными аэропромвыбросами Первоуральско-Ревдинского промышленного узла. Состав выбросов включал в себя сернистый газ, сернистый ангидрид, сероводород, аммиак, фенол, фтористый водород, хлористый водород, окислы азота и тяжелые металлы.

Объектами исследования являлись почвы сосновых насаждений искусственного происхождения, произрастающих на территории Билимбавского лесничества Свердловской области в различных зонах поражения аэропромвыбросами и в фоновых условиях.

Использовался полевой экспедиционный метод с заложением разрезов почв, морфологическим описанием их профилей, отбором образцов по генетическим горизонтам и взятием монолитов. Лабораторный метод включал изучение свойств отобранных образцов почв. Все исследования проводились в соответствии с принятыми методиками (Тюрин, 1934; Кауричев, 1980; Евдокимова, 1987).

При диагностике почв использовалась Классификация почв России (2004).

Результаты и их обсуждение

Морфология почвы представляет собой многогранное отражение ее генезиса и исторического развития. В морфологических признаках профиля почвы отражаются также деградационные процессы, часто происходящие и в настоящее время.

Пробная площадь 4 расположена в зоне сильного поражения, 3 – в зоне среднего поражения, 2 – в зоне слабого поражения, 1 – в фоновых условиях. Зонирование района исследований по отношению к источникам выбросов было выполнено ранее Б. С. Фимушиным (1988). Площадь каждой пробной площади составляет 0,2 га. На каждой пробной площади было заложено по три почвенных разреза.

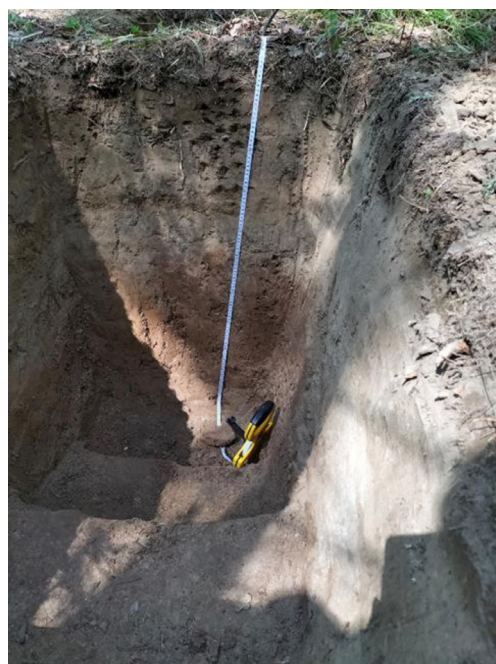
Контрольный разрез заложен в фоновых условиях в нижней части пологого склона западной экспозиции в сосняке разнотравном 1 класса бонитета с составом древостоя 10С. В подлеске встречаются малина лесная, черемуха обыкновенная, рябина обыкновенная, смородина красная, калина обыкновенная; в подросте – ель обыкновенная. В составе живого напочвенного покрова отмечаются бодяг полевой, мятлик обыкновенный, вейник лесной, вероника дубравная, вика мышиная, медуница неясная, грушанка круглолистная, земляника, кислица обыкновенная, копытень европейский, костяника каменистая, лапчатка прямостоячая, майник двулистный, смолевка поникшая, сныть обыкновенная, щитовник мужской, хвощ лесной, фиалка собачья, марьянник луговой.

Постлитогенная текстурно-дифференцированная дерново-подзолистая турбированная (по классификации 2004 г.) или дерново-глубокоподзолистая слабодерновая легкосуглинистая почва на элювиально-делювиальных отложениях горных пород (по классификации 1977 г.) имеет следующий профиль. На рисунке представлен разрез в фоновых условиях.

Почва имеет классический профиль дерново-подзоистой почвы. Период загрязнения территории в зонах поражения техногенными продуктами визуально не отразился на внешних признаках

минеральных горизонтов почв. Некоторые изменения в параметрах почвы являются лишь результатом сильной вариабельности элементарных почвенных ареалов (ЭПА) в зависимости от микрорельефа. В результате можно наблюдать незначительную динамику мощности горизонтов, количества выделений оксидов железа и марганца. Однако наиболее чувствительной частью почвы является лесная подстилка и микрофлора, разрушающая органическое вещество отмерших частей растительного покрова (табл. 1).

Так как в районах воздействия промышленных поллютантов наблюдается снижение срока жизни хвои до двух лет, то в зоне сильного поражения толщина подстилочного горизонта чуть выше. При этом следует отметить, что часть неразложившегося A_0 больше.



Почвенный разрез в фоновых условиях
Drawing 1 Soil section in the control zone

Таблица 1
Table 1

Описание почвы
Description of soil

A_0	0–9 см 0–9 cm	Лесная подстилка /подстилочный горизонт Forest litter /litter horizon
$[AV-EL]_{tr}$	9–18 см 9–18 cm	Серогумусовый, турбированный, гумусово-элювиальный, холодит, белесовато-серый, суглинок легкий, рыхлый, непрочно комковатый, кремнеземистая присыпка, пронизан корнями, турбирован при прокладке борозд – имеются фрагменты горизонта EL, переход резкий Gray humus, turbocharged, humus-eluvial, cold, whitish-gray, light loam, loose, loosely lumpy, silica powder, penetrated by roots, turbocharged when laying furrows – there are fragments of the EL horizon, the transition is sharp
EL	18–48 см 18–48 cm	Субэлювиальный отчетливо выделяется, влажный, суглинок легкий, плитчатый, очень плотный, белесый, кремнеземистая присыпка, корни редки, пятна окислов марганца редки, переход ясный The subeluvial is clearly distinguished, moist, loam is light, tiled, very dense, whitish, siliceous-earthly powder, roots are rare, spots of manganese oxides are rare, the transition is clear
BEL	48–72 см 48–72 cm	Переходный, иллювиальный, неоднородный, буровато-белесый с белесыми затеками, суглинок средний, плотный, непрочно призматически-плитчатый, кремнеземистая присыпка, окись железа, корни редки, переход постепенный Transitional, illuvial, heterogeneous, brownish-whitish with whitish streaks, medium-sized loam, dense, loosely prismatic-tiled, silica powder, iron oxide, roots are rare, the transition is gradual
BT	72–101 см 72–101 cm	Текстурный, влажный, бурый, ореховатый, плотный, глинистый, глянец и полиф по граням структурных отдельностей, кутаны, пятна окиси железа и марганца, редкие обломки горных пород, переход ясный Textured, moist, brown, nutty, dense, glassy, gloss and polyfine along the edges of structural parts, cutans, spots of iron and manganese oxide, rare rock fragments, clear transition
C	101 и более, см 101 and more, cm	Материнская порода из элювиально-делювиальных отложений, влажный, бурый с белесыми пятнами выветрелых горных пород, глинистый, плотный, пятна окиси железа The parent rock is from eluvial-deluvial deposits, moist, brown with white patches of weathered rocks, clayey, dense, spots of iron oxide

Генезис почв и морфология обуславливают их физические свойства (табл. 2).

Гранулометрический состав во всех зонах поражения в пределах градации остается близким к составу контрольной зоны. В серогумосовом горизонте он легкосуглинистый, в субэлювиальном,

хотя становится среднесуглинистым, но количество физической глины повышается незначительно – до 30–32 %. Иллювирование в переходном (BEL) и текстурном (BT) горизонтах обуславливает возрастание физической глины до 50 %. Почвообразующие породы на всех участках тяжелые.

Таблица 2

Table 2

Физические свойства почв в зонах поражения лесных насаждений аэропромвыбросами

Physical properties of soils in areas affected by forest plantations by airborne discharges

Разрез Section	Горизонт Глубина, см Horizon Depth, cm	Частицы < 0,01 мм, % Particles < 0,01 mm, %	Плотность, г/см³ Density, g/cm³		Пористость, % Porosity, %	Гигроскопия, % Hygroscopy, %
	твёрдой фазы solid phase		сложения addition			
Контрольная зона Control						
1	$\frac{[AV-EL]_{tr}}{9-18}$	25	2,56	0,96	63	1,8
	$\frac{EL}{18-48}$	30	2,67	1,23	54	0,8
	$\frac{BEL}{48-72}$	45	2,66	1,34	66	2,2
	$\frac{BT}{72-101}$	50	2,70	1,45	47	3,7
	$\frac{C}{> 101}$	49	2,68	1,44	46	6,8
Зона слабого поражения The zone of weak defeat						
2	$\frac{[AV-EL]_{tr}}{6-17}$	29	2,57	1,00	61	5,3
	$\frac{EL}{17-27}$	31	2,62	1,29	51	2,9
	$\frac{BEL}{27-37}$	38	2,71	1,50	51	4,2
	$\frac{BT}{37-50}$	43	2,68	1,49	45	5,7
	$\frac{C}{> 50}$	42	2,71	1,47	46	5,3
Зона среднего поражения Medium damage zone						
3	$\frac{[AV-EL]_{tr}}{8-20}$	29	2,56	1,02	70	3,3
	$\frac{EL}{20-33}$	30	2,64	1,30	51	3,0
	$\frac{BEL}{33-50}$	46	2,65	1,48	44	4,6
	$\frac{BT}{50-85}$	41	2,68	1,52	43	4,1
	$\frac{C}{> 85}$	49	2,74	1,50	45	4,9

Окончание табл. 2
The end of the table 2

Зона сильного поражения The zone of severe damage						
4	$\frac{[AV-EL]_{tr}}{8-13}$	27	2,65	1,10	58	4,6
	$\frac{EL}{13-24}$	32	2,69	1,35	50	1,6
	$\frac{BEL}{24-43}$	46	2,64	1,44	45	4,2
	$\frac{BT}{43-70}$	42	2,65	1,49	44	8,9
	$\frac{C}{>70}$	44	2,70	1,48	45	6,2

Плотность твердой фазы, зависящая от минералогического состава и содержания органического вещества, не имеет особенностей и колеблется в пределах 2,56–2,74 г/см³ на всех участках.

Состояние поверхности, низкая обеспеченность органическим веществом способствуют низкой плотности сложения в верхних слоях всех лесных почв (0,96–1,0274 г/см³). Хорошо выраженные процессы элювиирования и иллювиирования увеличили эти показатели в профиле до 1,44–1,5074 г/см³.

Пористость в верхней части профиля контрольной почвы достаточно благоприятна для произрастания растительности (63 %), вниз по профилю резко падает до критических показателей (44–46 %), отрицательно влияя на водно-воздушный режим почвы. Такая закономерность сохраняется при всех уровнях загрязнения.

Таким образом, общие физические свойства почв, загрязненных аэропромвыбросами, на данном этапе эволюционного развития не имеют выраженных признаков деградации. Вероятно, это связано с длительностью процессов почвообразования при деградации растительного покрова.

Деградационные изменения лесных насаждений при воздействии поллютантов происходят значительно быстрее, чем в почвах. Поэтому в случае гибели лесного массива почва быстрее теряет защиту от воздействия воды и ветра и подвергается эрозии.

Гигроскопическая влага определяется гранулометрическим составом, его тонкой фракцией. По

профилю она колеблется в широких пределах, отражая дерновый, подзолистый и почвообразовательный процессы и степень оглеения. Материнская порода имеет больше гигроскопической влаги, так как в ней иллювируются продукты распада элювиального горизонта.

Устойчивость структуры к механическому воздействию и способность при увлажнении сохранять благоприятное сложение определяются наиболее ценными агрегатами в диапазоне от 10 до 2–1 мм (Зайцева, 1970). При наличии в верхнем слое почвы менее 50 % агрегатов крупнее 1–2 мм почва становится податливой к ветровой эрозии.

Агрегатный состав почв в различных зонах поражения аэропромвыбросами может прогнозировать степень их разрушения водой и ветром (табл. 3).

В настоящее время ветроустойчивые агрегаты составляют 65,2–79,5 %, что свидетельствует о благоприятном оструктурировании почв. Закономерность оструктурирования верхнего горизонта почв в зависимости от степени поражения лесных насаждений не проявляется.

Подверженность исследуемых почв водной эрозии высокая. Водопрочные агрегаты составляют не более 30 %. Однако чем выше степень поражения леса, тем выше становится водопрочность. Лесная подстилка зоны сильного поражения имеет слабую степень разложения, а агрегаты почвы долго не смачиваются водой. Возможно, аэропромвыбросы, содержащие пылевые частицы и химические вещества, способствуют агрегированию частиц почвы.

Таблица 3

Table 3

Агрегатный состав почв в зонах поражения лесов аэропромвыбросами
The aggregate composition of soils in areas affected by forests by airborne discharges

Разрез Section	Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	Скелетность, % Acidity, %	Содержание агрегатов, мм, % Aggregate content, mm, %					
				> 10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1
Контрольная зона Control									
1	[AV-EL] _{tr}	9–18	1,8	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{2,2}{0}$	$\frac{7,5}{0}$	$\frac{15,5}{0}$	$\frac{7,1}{0}$	$\frac{27,9}{0}$
Зона слабого поражения The zone of weak defeat									
2	[AV-EL] _{tr}	6–17	0,9	$\frac{9,7}{0}$	$\frac{1,5}{10}$	$\frac{7,3}{0}$	$\frac{26,2}{0}$	$\frac{12,4}{0}$	$\frac{26,4}{0}$
Зона среднего поражения Medium damage zone									
3	[AV-EL] _{tr}	8–20	0,2	$\frac{9,3}{0}$	$\frac{3,7}{0}$	$\frac{3,6}{0}$	$\frac{24,0}{10}$	$\frac{2,4}{10}$	$\frac{32,9}{0}$
Зона сильного поражения The zone of severe damage									
4	[AV-EL] _{tr}	8–13	1,0	$\frac{16,0}{10}$	$\frac{6,8}{0}$	$\frac{6,8}{0}$	$\frac{14,5}{0}$	$\frac{5,8}{0}$	$\frac{25,5}{20}$

Примечание. Сухое просеивание / мокрое просеивание.

Note. Dry sieving/wet sieving.

Выводы

Загрязнение территории аэропромвыбросами вызывает не только поражение лесных насаждений, но и загрязнение почвенного покрова с проявлением деградационных изменений свойств

почв. Условно положительные свойства возникают при воздействии отходов производства на повышение водопрочности агрегатов и доступность для растений соединений фосфора.

Список источников

- Грибов С. И., Шторм О. Н. Количественная оценка влияния рельефа на формирование почв и структур почвенного покрова агроландшафтов Алтайского Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 1 (63). С. 31–35.
- Евдокимова Т. И. Почвенная съемка. М. : Изд-во МГУ, 1987. 271 с.
- Зайцева Т. Ф. Почвы контактной полосы северной лесостепи и подтайги Приобья, их генезис и агрономическая оценка // Тр. Института НСХИ. 1970. Т. 43. С. 26–125.
- Залесов С. В., Бачурина А. В., Бачурина С. В. Состояние лесных насаждений, подверженных влиянию промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь», и реакция их компонентов на проведение рубок обновления : учеб. пособие. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. 277 с.
- Залесов С. В., Колтунов Е. В. Содержание тяжелых металлов в почве городских лесопарков г. Екатеринбурга // Аграрный вестник Урала. 2009. № 6. С. 71–72.
- Кауричев И. С. Практикум по почвоведению. М. : Колос, 1980. 272 с.
- Классификация почв России 2004 г. URL: <http://infoil.ru/index.php?pageID=clas04mode> (дата обращения: 26.04.2024).

- Трифорова Т. А. Формирование почвенного покрова гор: геосистемный аспект // Почвоведение. 1999. № 2. С. 174–181.
- Тюрин И. В. К вопросу о методике изучения органического вещества почвы в биохимическом отношении // Тр. почв. ин-та им. В. В. Докучаева. М., 1934. Т. X. Вып. 4. С. 27–37.
- Фимущин Б. С. Влияние промышленных выбросов на текущий прирост сосновых древостоев // Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1988. Вып. 14. С. 116–122.
- Хлыстов И. А., Сенькова Л. А., Карпукхин М. Ферментативная активность почв в зоне загрязнения выбросами медеплавильного завода // Аграрный вестник Урала. 2016. № 01 (143). С. 72–76.
- Шебалова А. М., Залесов С. В. Биоиндикация лесных почв, расположенных в зоне техногенного загрязнения // Лесной вестник / Forestry bulletin. 2007. № 8 (57). С. 99–102.
- Шебалова А. М., Залесов С. В. Лесные экосистемы зон сильного антропогенного загрязнения // Лесной вестник / Forestry bulletin. 2008. № 3 (60). С. 105–107.
- Шебалова А. М., Залесов С. В. Микромицеты лесных почв сосновых насаждений, произрастающих в зонах техногенного загрязнения // НВУЗ. Лесной журнал. 2006а. № 1. С. 8–33.
- Шебалова А. М., Залесов С. В. Оценка состояния почв в зонах техногенного загрязнения // Лесное хозяйство. 2006б. № 2. С. 33–35.
- Юсупов И. А., Луганский Н. А., Залесов С. В. Состояние искусственных сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов. Екатеринбург : УГЛТА, 1999. 185 с.

References

- Classification of soils of Russia 2004. URL: <http://info soil.ru/index.php?pageID=clas04mode> (accessed 26.04.2024).
- Evdokimova T. I. Soil survey. Moscow : Publishing House of Moscow State University, 1987. 271 p.
- Fimushin B. S. The impact of industrial emissions on the current growth of pine stands // The forests of the Urals and the economy in them. Sverdlovsk, 1988. Issue. 14. P. 116–122. (In Russ.)
- Gribov S. I., Storm O. N. Quantitative assessment of the influence of relief on the formation of soils and soil cover structures of agricultural landscapes of the Altai territory // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2010. № 1 (63). P. 31–35. (In Russ.)
- Kaurichev I. S. Practicum on soil science. Moscow : Kolos, 1980. 272 p.
- Khlystov I. A., Senkova L. A., Karpukhin M. Enzymatic activity of soils in the zone of pollution by emissions from a copper smelter // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. № 01 (143). P. 72–76. (In Russ.)
- Shebalova A. M., Zalesov S. V. Assessment of soil condition in zones of technogenic pollution // Forestry. 2006b. № 2. P. 33–35. (In Russ.)
- Shebalova A. M., Zalesov S. V. Bioindication of forest soils located in the zone of technogenic pollution // Lesnoy vestnik / Forestry bulletin. 2007. № 8 (57). P. 99–102. (In Russ.)
- Shebalova A. M., Zalesov S. V. Forest ecosystems of zones of severe anthropogenic pollution // Lesnoy vestnik / Forestry bulletin. 2008. № 3 (60). P. 105–107. (In Russ.)
- Shebalova A. M., Zalesov S. V. Micromycetes of forest soils of pine plantations growing in zones of technogenic pollution // NVUZ. Lesnoy zhurnal, 2006a. № 1. P. 8–33. (In Russ.)
- Trifonova T. A. Formation of the soil cover of mountains: geosystem aspect // Soil science. 1999. № 2. P. 174–181. (In Russ.)
- Tyurin I. V. On the issue of the methodology for studying soil organic matter in a biochemical sense // Tr. soils. V. V. Dokuchaev Institute. Moscow, 1934. T. X. Issue 4. P. 27–37. (In Russ.)
- Yusupov I. A., Lugansky N. A., Zalesov S. V. The state of artificial pine young trees in the conditions of aeroprom emissions. Yekaterinburg : UGLTA, 1999. 185 p.

- Zaitseva T. F.* Soils of the contact strip of the northern forest-steppe and the subtaiga of the Ob region, their genesis and agronomic assessment // Tr. The Institute of the National Academy of Sciences. 1970. Vol. 43. P. 26–125. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Koltunov E. V.* The content of heavy metals in the soil of urban forest parks in Yekaterinburg // Agrarian Bulletin of the Urals. 2009. № 6. P. 71–72. (In Russ.)
- Zalesov S. V., Bachurina A. V., Bachurina S. V.* The state of forest plantations exposed to the influence of industrial pollutants of Karabashmed CJSC and the reaction of their components to logging : textbook. Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering Univ., 2017. 277 p.

Информация об авторах

Л. А. Сенькова – доктор биологических наук, доцент;
О. М. Астафьева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Е. Я. Сосновских – магистрант.

Information about the authors

L. A. Senkova – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor;
O. M. Astafieva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
E. I. Sosnovskikh – Master's degree.

Статья поступила в редакцию 29.05.2025; принята к публикации 30.07.2025.

The article was submitted 29.05.2025; accepted for publication 30.07.2025.
