

**С.В. Залесов, А.В. Бачурина**

(S.V. Zalesov, A.V. Bachurina)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Залесов Сергей Вениаминович родился в 1953 г., окончил в 1981 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный лесовод РФ, должность - проректор по научной работе государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский государственный лесотехнический университет». Имеет более 300 научных работ по вопросам повышения продуктивности и устойчивости лесов Урала и Западно-Сибирской низменности.



Бачурина Анна Владимировна родилась в 1983 г., окончила в 2005 г. Уральский государственный лесотехнический университет. Аспирант кафедры лесоводства 3-го года очной формы обучения. Имеет 5 научных работ в области исследования влияния поллютантов на лесные насаждения.

## **ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ ЗАО «КАРАБАШМЕДЬ» НА ЛЕСНУЮ ПОДСТИЛКУ (INFLUENCE OF INDUSTRIAL POLLUTION OF JOINT- STOCK COMPANY «KARABASHMED» ON FOREST LITTER)**

*Проведено исследование по определению влияния промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь» на запас, мощность, плотность и фракционный состав лесной подстилки в сосновых и березовых насаждениях. Экспериментально установлено изменение этих показателей с удалением постоянных пробных площадей от источника загрязнения.*

*Research on determination of industrial pollution of Joint-Stock Company «Karabashmed» on stock, capacity, density and litter composition of forest litter in pinetum and birch forest has been fulfilled. Changing of the data has been achieved experimentally: withdrawal of permanent study areas from the source of pollution.*

Под лесной подстилкой понимается напочвенный покров из мертвой органической массы, формируемый за счет лесного опада. В разложении лесного опада принимают участие различные группы организмов – почвенная мезофауна, бактерии, грибы и т.д. Подстилка является важнейшим аккумулятором поллютантов и одним из основных компонентов насажде-

ния, являющимся индикатором загрязнения среды. В литературе неоднократно отмечался факт увеличения мощности лесной подстилки при загрязнении насаждений промышленными поллютантами (Воробейчик и др., 1994; Воробейчик, 2003; Гришина и др., 1983; Никонов, Лукина, 1991; Черненкова, Степанов, 1983; Юсупов и др., 1999 и др.).

Район исследования. Город Карабаш, где расположено ЗАО «Карабашмедь», начал интенсивно развиваться как крупный центр медеплавильного производства в начале прошлого столетия. В 1910 г. построен и пущен в эксплуатацию медеплавильный завод, который выплавлял около трети всей меди в России (рис. 1). За время существования комбината в окружающую среду поступило около 15 млн т вредных веществ, что крайне неблагоприятно отразилось на экологической обстановке.



Рис. 1. Медеплавильное предприятие ЗАО «Карабашмедь»

Загрязняющие вещества поступают в атмосферу в виде пыли и газообразных веществ. Они содержат различные токсичные элементы и соединения, среди которых преобладают серосодержащие вещества. Основными выбросами металлургического производства являются диоксид серы (около 90 %), оксид углерода, неорганическая пыль, оксид меди, оксид цинка, кроме того, свинец, мышьяк, диоксид азота.

В относительно небольших количествах выбрасываются пятиокись ванадия, фторид и хлорид водорода.

Район г. Карабаш отнесен Б.П. Колесниковым (1969) к Восточно-Уральской провинции предгорных сосново-березовых лесов в составе Уральской горно-лесной области.

Исследования по изучению влияния промышленных поллютантов на запас и мощность лесной подстилки проведены на 5 постоянных пробных площадях (ППП), заложенных в сосняках разнотравно-злакового типа леса IV-V классов возраста и 6 ППП, заложенных в производных березняках разнотравно-злакового типа леса IV-V класса возраста. ППП расположены в северо-восточном направлении от источника поллютантов – ЗАО «Карабашмедь» на расстоянии 3,8-17,5 км. Условно-контрольные ППП находятся в северном направлении и удалены от источника загрязнения на 31-32 км.

Запас лесной подстилки на ППП определялся на 15 учетных площадках размерами 0,1 x 0,1 м, закладываемых с помощью шаблона. Шаблон укладывался на почву, и по его периметру подстилка ножом резалась до минерального слоя. Затем из внутренней части шаблона убиралась вся растительность, а подстилка снималась и упаковывалась в мешки. В лабораторных условиях подстилка сортировалась по фракциям: хвоя, листья, сучья, кора, шишки, остатки живого напочвенного покрова и труха, высушивались до абсолютно сухого состояния. Далее производилось взвешивание лесной подстилки по фракциям с точностью до 0,01 г. Мощность подстилки определялась в 30 точках. Показатель плотности подстилки определен соотношением ее массы к объему.

В табл. 1 и 2 приведены средние показатели мощности, плотности, а также фракционного состава лесной подстилки. Как и предполагалось, подстилка в березняках тоньше, чем в сосняках, что объяснимо большей скоростью деструкции листовенного опада.

Таблица 1

Мощность, плотность и запас в абсолютно сухом состоянии лесной подстилки на ППП в сосновых насаждениях

Показатель	Расстояние от источника поллютантов, км					
	4,2	5,5	6,6	8,3	13,8	32,0
Мощность, см	6,78±0,25	5,98±0,19	4,98±0,28	3,18±0,19	3,89±0,20	3,56±0,17
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	97,7	124,1	150,0	150,8	168,4	144,2
Запас, г/м <sup>2</sup>	<u>6624,0</u>	<u>7427,4</u>	<u>7461,0</u>	<u>4788,8</u>	<u>6563,6</u>	<u>5132,6</u>
%	100	100	100	100	100	100
в т. ч. по фракциям:						
Хвоя	<u>140</u> 2,1	<u>601,4</u> 2,0	<u>480,4</u> 6,4	<u>430,4</u> 9,0	<u>382,8</u> 5,8	<u>407,2</u> 7,9
Листья	<u>130,0</u> 2,0	<u>16,2</u> 0,2	<u>61,6</u> 0,8	<u>23,6</u> 0,5	<u>73,2</u> 1,1	<u>57,4</u> 1,1
Шишки	<u>1828,8</u> 27,6	<u>850,8</u> 11,5	<u>2472,0</u> 33,1	<u>1097,0</u> 22,9	<u>889,2</u> 13,5	<u>983,4</u> 19,2
Остатки ЖНП	<u>0,0</u> 0,0	<u>8,8</u> 0,1	<u>28,8</u> 0,4	<u>30,2</u> 0,6	<u>36,8</u> 0,6	<u>35,8</u> 0,7
Труха	<u>4102,2</u> 61,6	<u>5806,8</u> 78,2	<u>4099,6</u> 54,9	<u>2702,2</u> 56,4	<u>4913,4</u> 74,9	<u>3384,0</u> 65,9
Кора	<u>150,0</u> 2,3	<u>72,4</u> 1,0	<u>129,2</u> 1,7	<u>125,2</u> 2,6	<u>78,8</u> 1,2	<u>94,2</u> 1,8
Ветви	<u>273,0</u> 4,1	<u>71,0</u> 1,0	<u>189,4</u> 2,5	<u>380,2</u> 7,9	<u>189,4</u> 2,9	<u>170,6</u> 3,3

Таблица 2

Мощность, плотность и запас в абсолютно сухом состоянии  
лесной подстилки на ППП в березовых насаждениях

Показатель	Расстояние от источника поллютантов, км						
	3,8	4,7	6,4	8,5	13,1	17,5	31,0
Мощность, см	6,30±0,62	4,68±0,18	3,98±0,22	1,90±0,17	1,63±0,10	2,24±0,15	2,17±0,18
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	121,5	137,6	141,1	142,5	139,3	78,8	80,4
Запас, $\frac{\text{г}}{\text{м}^2}$ %	$\frac{7658,6}{100}$	$\frac{6454,6}{100}$	$\frac{5622,2}{100}$	$\frac{2719,8}{100}$	$\frac{2283,0}{100}$	$\frac{1764,8}{100}$	$\frac{1743,4}{100}$
в т. ч. по фракциям:							
Хвоя	$\frac{29,6}{0,4}$	$\frac{22,4}{0,3}$	$\frac{91,2}{1,6}$	$\frac{4,8}{0,2}$	$\frac{19,8}{0,9}$	$\frac{25,0}{1,4}$	$\frac{20,4}{1,2}$
Листья	$\frac{647,0}{8,4}$	$\frac{522,8}{8,1}$	$\frac{747,4}{13,3}$	$\frac{263,0}{9,7}$	$\frac{238,8}{10,5}$	$\frac{244,0}{13,8}$	$\frac{261,0}{15,0}$
Остатки ЖНП	$\frac{0,0}{0,0}$	$\frac{22,8}{0,4}$	$\frac{27,4}{0,5}$	$\frac{15,0}{0,6}$	$\frac{126,6}{5,5}$	$\frac{33,8}{1,9}$	$\frac{43,4}{2,5}$
Труха	$\frac{6806,4}{88,9}$	$\frac{5798,8}{89,9}$	$\frac{4614,4}{82,1}$	$\frac{2313,0}{85,0}$	$\frac{1818,4}{79,6}$	$\frac{1364,0}{77,3}$	$\frac{1348,0}{77,3}$
Кора	$\frac{0,0}{0,0}$	$\frac{0,0}{0,0}$	$\frac{18,4}{0,3}$	$\frac{0,0}{0,0}$	$\frac{0,0}{0,0}$	$\frac{37,8}{2,1}$	$\frac{8,2}{0,5}$
Ветви	$\frac{175,6}{2,3}$	$\frac{87,8}{1,4}$	$\frac{123,4}{2,2}$	$\frac{124,0}{4,6}$	$\frac{79,4}{3,5}$	$\frac{60,2}{3,4}$	$\frac{62,4}{3,6}$

Анализ полученных данных свидетельствует, что общий запас и фракционный состав лесной подстилки сильно меняются в зависимости от местопроизрастания насаждений по отношению к источнику поллютантов. В сосняках наибольшее накопление подстилки зафиксировано на ППП, расположенных на расстоянии 5,5 и 6,6 км от ЗАО «Карабашмедь». Особо следует отметить отсутствие в составе подстилки остатков живого напочвенного покрова на ППП, расположенной в 4,2 км от завода. Затем с удалением от источника загрязнения доля этой фракции в составе лесной подстилки увеличивается. Лесная подстилка в сосновых насаждениях в зоне максимального загрязнения (4,2-5,5 км) характеризуется также очень низкой долей хвои, которая примерно в 3 раза меньше, чем на ППП, расположенных на большем расстоянии от завода. Зависимости между участием в запасе подстилки остальных фракций и расстоянием от источника выбросов не прослеживается.

На всех ППП наибольшую долю в общей массе лесной подстилки составляет фракция «труха», соответственно в сосняках – 54,9-78,2 %, а в березняках – 77,3-89,9 %. Материалы табл. 2 свидетельствуют, что с приближением насаждений к ЗАО «Карабашмедь» происходит накопление

лесной подстилки, что подтверждает вывод о снижении скорости биохимических процессов и замедлении процессов деструкции в условиях загрязнения. Так, валовый запас подстилки на ППП-1Б (3,8 км), превышает аналогичный показатель на контрольной ППП в 4,4 раза. Корреляционный анализ показал наличие значительной отрицательной связи между показателями мощности лесной подстилки в березовых насаждениях и расстоянием от источника поллютантов ( $r=0,62$ ). С удалением от источника поллютантов наблюдается увеличение доли в составе подстилки фракций «листья» и «остатки ЖНП», при чем последняя на ППП-1Б (3,8 км) полностью отсутствует.

Для наглядности на рис. 2 представлены графики динамики мощности и запасов подстилки в абсолютно сухом состоянии в зависимости от удаленности от источника промышленных поллютантов.

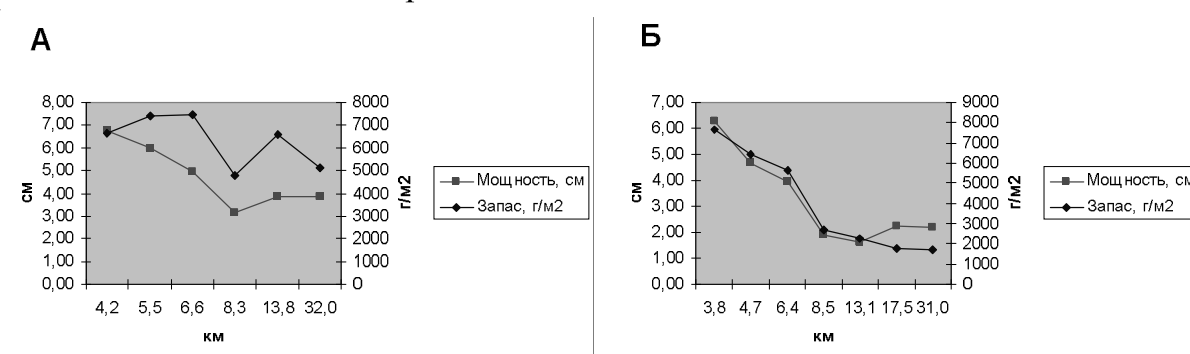


Рис. 2. Динамика показателей лесной подстилки с удалением от источника поллютантов: А – в сосняках, Б – в березняках

Установлен факт снижения показателя плотности лесной подстилки с приближением сосновых насаждений к источнику поллютантов. В березняках такая тенденция не прослеживается.

Некоторыми исследователями (Воробейчик и др., 1994; Юсупов и др., 1999 и др.) отмечается факт уменьшения толщины подстилки в непосредственной близости от завода (0-2 км), однако в районе наших исследований отсутствуют насаждения ближе 3,5 км от источника загрязнения, что не позволяет подтвердить или опровергнуть данную закономерность.

В результате проведенных исследований установлено следующее.

1. Выбросы ЗАО «Карабашмедь» замедляют скорость деструкции лесной подстилки.

2. С увеличением аэротехногенной нагрузки на лесные насаждения прослеживается консервация органического вещества в лесной подстилке.

3. Промышленные поллютанты ЗАО «Карабашмедь» изменяют фракционный состав лесной подстилки. В частности в непосредственной близости от завода в составе подстилки отсутствуют остатки живого напочвенного покрова и резко сокращается доля хвой.

4. Тенденция снижения валового запаса лесной подстилки отчетливее прослеживается в березняках, чем в сосняках.

### Библиографический список

Воробейчик, Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень) [Текст] / Е.Л. Воробейчик, О.Ф. Садыков, М. Г. Фарафонов. - Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. 280 с.

Воробейчик, Е.Л. Реакция лесной подстилки и ее связь с почвенной биотой при токсическом загрязнении [Текст] / Е.Л. Воробейчик // Лесоведение. - 2003. - № 2. - С. 32 – 42 .

Гришина, Л.А. Влияние промышленного загрязнения на процессы трансформации органического вещества [Текст] / Л.А. Гришина, Г.Н. Фомина // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду: тез. докл. - Пушкино, 1983. С. 51 – 53.

Колесников, Б.П. Леса СССР: Леса Челябинской области [Текст]/ Б.П. Колесников. - М.: Наука, 1969. - Т.4. - 257 с.

Никонов, В.В. Техногенная трансформация запаса подстилки в еловых биогеоценозах Крайнего Севера [Текст] / В.В. Никонов, Н.В. Лукина // Деградация и восстановление лесных почв. - М., 1991. - С. 174 – 184.

Черненькова, Т.В. Подстилка как показатель нарушенности биогеоценоза в результате техногенного воздействия [Текст] / Т.В. Черненькова, А.М. Степанов // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. - М., 1983. - С. 207 – 208.

Юсупов, И.А. Состояние сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов [Текст] / И.А. Юсупов, Н.А. Луганский, С.В. Залесов. - Екатеринбург: УГЛТА, 1999. - 185 с.



УДК 630.42:502.63

**А.Е. Морозов\***, **С.В. Залесов\***, **А.В. Капралов\***, **М.В. Винокуров\***,  
**В.И. Лобанов\*\***, **В.Г. Решетников\*\*\***

(А.Е. Morosov\*, S.V. Zalesov\*, A. V. Kapralov\*, M.V. Vinokurov\*,  
V.I. Lobanov\*\*, V.G. Reshetnikov\*\*\*)

(\*Уральский государственный лесотехнический университет,

\*\* ОАО «Славнефть-Мегионнефтегазгеология,

\*\*\* Юганский лесхоз)



Морозов Андрей Евгеньевич родился в 1973 г. В 1996 г. окончил Уральскую государственную лесотехническую академию (г. Екатеринбург). Канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета. Автор более 50 печатных работ в области лесного хозяйства и экологии. Сфера научных интересов: экологический мониторинг состояния и повышение устойчивости лесов Урала и Западной Сибири к антропогенным факторам; рекультивация земель, нарушенных в результате нефтегазодобычи и геологоразведки.