

УДК 630\*30

А. В. Мехренцев, А. Ф. Уразова  
(A. V. Mekhrentsev, A. F. Urazova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
В ОЦЕНКЕ РОЛИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ЛЕСОВ ЕВРАЗИИ  
(ECOLOGICAL ASPECTS OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN  
ASSESSING THE ROLE OF TRANSBOUNDARY FORESTS IN EURASIA)**

*Рассмотрено изменение фитомассы и чистой первичной продукции древесного яруса пихтовых насаждений в градиенте загрязнения от Среднеуральского медеплавильного завода.*

*The article describes changes in the phytomass and net primary production of the wood layer of fir stands in the pollution gradient from the Sredneuralsky copper smelter.*

Лесным экосистемам как поглотителям атмосферного углерода отводится важная роль в сокращении выбросов углекислого газа. Способность лесов изымать из атмосферы углерод и продуцировать органическое вещество является основой их функционирования. В настоящее время в мире активно совершенствуются технологии оценки углероддепонирующей функции лесного покрова, при этом наиболее остро стоит проблема нехватки эмпирической информации о биологической продуктивности лесных фитоценозов (насаждений), полученной на пробных площадях (ключевых участках). Особый интерес представляет для исследователей глобальное значение трансграничных лесов Евразии для снижения техногенных угроз.

Наряду с биологической продуктивностью лесных фитоценозов на территории трансграничных лесов Евразии в формировании их глобальной роли огромное значение играет разнообразная деятельность человека, направления которой определяются стремлением человека использовать многообразные функции лесов. Именно в ракурсе человеческой деятельности следует оценивать ее техногенные последствия для лесов. Прежде всего участие человека в использовании полезностей лесных фитоценозов связано с ведением лесного хозяйства, для реализации которого требуется выполнение сложного технологического процесса, что характеризуется взаимодействием компонентов системы человек – технологии – природа в конечном итоге с целью создания прибавочной стоимости. При этом, безусловно, должна решаться многофункциональная задача устойчивого лесопользования в различных природных условиях, обусловленных располо-

жением трансграничных лесов Евразии. Особенностью техногенного воздействия на лесные экосистемы Урала является наличие большого количества предприятий цветной металлургии, Одним из наиболее интенсивных источников токсичных выбросов (главным образом это соединения серы и тяжелые металлы) в атмосферу является медеплавильное производство, в частности Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ), расположенный в районе городов Ревда и Первоуральск. Леса, подверженные воздействию СУМЗ, находятся в ведении Билимбаевского лесничества Свердловской области. Оно расположено на территории, подчинённой в административном отношении городу Первоуральску. По лесорастительному районированию Б. П. Колесникова [1], территория лесничества отнесена к подзоне южно-таёжных лесов и приурочена к Среднеуральской горной провинции. Эта территория имеет особое экологическое значение, так как именно здесь, по границе Европы и Азии, проходит водораздел крупнейших рек России.

Исходя из вышеизложенного, актуальны оценка и анализ изменения биологической продуктивности прилегающей к СУМЗ темнохвойной тайги в градиенте производимых им загрязнений. Результаты подобных исследований дают возможность решения следующих задач:

- оценить действительный продукционный потенциал подверженных загрязнению лесных площадей,
- внести коррективы в их углероддепонирующую емкость, создать основу для эколого-экономической оценки потерь, обусловленных аэрозольными загрязнениями,
- выработать лесоводственно-технологические рекомендации по ведению лесного хозяйства на прилегающих лесных землях.

Проведенные исследования [2] позволили получить закономерности изменения биологической продуктивности пихты сибирской в градиенте загрязнений от СУМЗ, установленные на основе предложенных относительных количественных показателей, создать таблицы для определения количественных показателей фитомассы и чистой первичной продукции (ЧПП) деревьев пихты сибирской, а также их квалиметрических характеристик в градиенте загрязнений от СУМЗ.

В исследованиях биологической продуктивности лесов и разработке нормативов для учета всех фракций фитомассы необходимо знание закономерностей динамики не только количественных, но и их качественных характеристик, варьирующих с возрастом, экологическими и другими факторами. Задача исследования квалиметрических характеристик деревьев и древостоев состоит в разработке принципов многомерного подхода к объяснению возрастной и экологической изменчивости плотности и содержания абсолютно сухого вещества древесины и коры, что было осуществлено В. А. Усольцевым [3]. Им также выявлены соотношения между локальными и средними квалиметрическими показателями. С учетом изменения

площади сечения по высоте ствола средние значения определены как величины, взвешенные по его площади сечения. Результаты определения фитомассы и ЧПП древесного и нижнего (подрост и подлесок) ярусов по данным модельных деревьев и инструментальной таксации насаждений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели надземной фитомассы и ЧПП пихтово-еловых древостоев в градиенте загрязнений от СУМЗ

L, км	Фитомасса фракций, т/га					Годичная ЧПП, т/га				
	Ствол	Ветви	Хвоя	Основной ярус	Нижний ярус	Ствол	Ветви	Хвоя	Основной ярус	Нижний ярус
1	62,8	18,0	11,9	92,7	3,40	1,61	0,44	2,16	4,21	0,17
2	106,2	23,7	15,0	144,9	5,60	2,78	0,74	2,26	5,79	0,85
4	147,7	22,9	15,9	186,5	3,36	2,77	0,54	3,10	6,40	0,24
7	175,1	30,1	21,9	227,1	1,90	4,19	0,84	4,66	9,69	0,21
30	156,1	28,3	13,4	197,9	2,20	2,47	0,81	3,39	6,67	0,91

Составлены также таксационные таблицы, предназначенные для оценки фитомассы и ЧПП деревьев пихты сибирской на Среднем Урале (табл. 2).

Таблица 2

Таблица для оценки фитомассы, кг, деревьев пихты сибирской на Среднем Урале

Фракция фитомассы	Диаметр ствола на высоте груди, см								
	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Ствол	8,44	23,6	48,8	85,9	136,3	201,3	282,3	380,4	496,7
Ветви	2,04	5,26	10,3	17,3	26,5	38,0	51,8	68,3	87,3
Хвоя	1,66	3,91	7,18	11,5	16,9	23,4	31,1	39,8	49,8
Итого	12,1	32,7	66,3	114,7	179,7	262,7	365,2	488,5	633,8

В надземной фитомассе пихты наибольшая доля приходится на ствол и наименьшая – на хвою. С увеличением диаметра ствола изменяется фракционная структура фитомассы: масса ствола увеличивается с 70 до 78 %, а масса кроны, напротив, уменьшается: ветвей – с 17 до 14 % и хвои – с 13 до 8 %.

Совершенно иные фракционная структура ЧПП и закономерности ее изменения с учетом диаметра ствола, высоты дерева и возраста насаждения.

При увеличении диаметра ствола с 16 до 40 см и при условии одних и тех же значений высоты и возраста дерева ЧПП ствола возрастает в 4 раза, ветвей – в 7 раз и хвои – в 4 раза. При увеличении высоты дерева с 4 до 24 м и при условии одних и тех же значений диаметра ствола и возраста ЧПП ствола возрастает в 7 раз, ветвей – в 1,2 раза и хвои – в 6 раз. При увеличении возраста равновеликих деревьев с 40 до 100 лет ЧПП ствола сокращается в 2 раза, ветвей – в 2 раза и хвои – в 1,6 раза.

Одним из наиболее информативных количественных показателей при оценке повреждающего воздействия загрязнений на деревья является продуктивность ассимиляционного аппарата дерева, выраженная отношением годовичного прироста фитомассы к массе хвои.

Результаты исследования, представленные в табл. 3, свидетельствуют о том, что продуктивность хвои как по прямому, так и по косвенному ее показателю снижается с возрастом дерева в пределах одной зоны загрязнения, а у деревьев одного и того же возраста – по мере приближения к источнику загрязнений.

Таблица 3

Изменение продуктивности хвои деревьев пихты разного возраста в связи с удалением от СУМЗ

L, км	Продуктивность хвои $Z_g/P_f$ (см <sup>2</sup> /кг) при возрасте дерева, лет					Продуктивность хвои $Z_g/G_z$ (см <sup>2</sup> /см <sup>2</sup> ) при возрасте дерева, лет				
	40	60	80	120	160	40	60	80	120	160
1	0,678	0,513	0,421	0,318	0,261	0,155	0,097	0,069	0,043	0,031
2	0,740	0,559	0,459	0,347	0,285	0,188	0,118	0,084	0,053	0,038
4	0,807	0,610	0,501	0,379	0,311	0,228	0,143	0,102	0,064	0,046
7	0,866	0,655	0,537	0,406	0,333	0,266	0,167	0,119	0,075	0,054
30	1,040	0,787	0,645	0,488	0,400	0,400	0,250	0,179	0,112	0,080

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Считаем целесообразным вести постоянный мониторинг состояния лесов, их углероддепонирующей функции на территориях, прилегающих к крупным металлургическим предприятиям по изложенной методике.

2. В градиенте загрязнений фитомасса древостоев увеличивается по мере удаления от СУМЗ в диапазоне от 1 до 4 км с 93 до 187 т/га, а при дальнейшем удалении стабилизируется на уровне 198–227 т/га. ЧПП соответственно вначале возрастает с 4,2 до 6,4 т/га в том же диапазоне удаления от СУМЗ, а затем стабилизируется в пределах 6,7–9,7 т/га.

3. В направлении от основания к вершине ствола плотность древесины у пихты возрастает, а коры снижается в том же направлении; содержание сухого вещества в том же направлении в древесине и коре уменьшается. Плотность древесины снижается в направлении от мелких деревьев к

крупным, а для коры тренд противоположный. По мере увеличения диаметра ствола содержание сухого вещества в ветвях и хвое возрастает.

4. По мере удаления от СУМЗ содержание сухого вещества как в древесине ствола, так и в его коре возрастает. Плотность в свежем состоянии в том же направлении у пихты увеличивается в коре, а по древесине закономерность противоположная. Содержание сухого вещества в ветвях возрастает по мере удаления от СУМЗ, а в хвое – соответственно по мере увеличения возраста дерева при прочих равных условиях.

5. По результатам проведенных исследований следует рекомендовать разработку модели снижения лесопожарных угроз за счет исследования запасов биомассы перестойной древесины и горючей древесной массы, развития экологически чистых биоэнергетических технологий для обеспечения населения, транспорта и производств современными видами нормированного древесного топлива.

Работа выполняется в соответствии с проектом тематики научных исследований, включаемых в планы научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, РАН. Тема: «Экологические аспекты рационального природопользования». Код научной темы FEUG-2020-0013.

#### *Библиографический список*

1. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 176 с.

2. Уразова А.Ф. Биологическая продуктивность пихты сибирской в градиенте атмосферных загрязнений на Урале: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Уразова А.Ф. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 21 с

3. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. – Новосибирск: Наука, 1988. – 253 с.