

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В 15-ЛЕТНИХ ИСКУССТВЕННЫХ СОСНЯКАХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ РАДИОАКТИВНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

Ужгин Ю.В.<sup>1</sup>, Залесов С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», 620100 Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. E-mail: Zalesov@usfeu.ru

Выполненные исследования показали, что если плотность загрязнения менее 1 Ки/км<sup>2</sup> не оказывает отрицательного воздействия на приживаемость и сохранность лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), то для большей плотности загрязнения характерна обратная закономерность. Искусственные 15-летние сосновые насаждения в зонах с интенсивностью загрязнения выше 1,0 Ки/км<sup>2</sup> характеризуются вдвое меньшей полнотой и запасом, чем насаждения аналогичного возраста, произрастающие на контроле. В зонах среднего и сильного загрязнения найденная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии составляет 726,6 и 320,3 кг/га, в то время как на контроле этот показатель равен 141,3 кг/га. ЖНП в лесных культурах во всех зонах загрязнения и на контроле характеризуется малым количеством видов. Доля видов лесного ценотипа по надземной фитомассе составляет на контроле 44,4%, а в зоне среднего и сильного загрязнения не превышает 2,2%. При этом в ЖНП загрязненных искусственных насаждений увеличивается доля луговых, преимущественно злаковых и сорных видов. Данные о видовом составе и надземной фитомассе ЖНП должны учитываться при планировании лесопользования в зоне ВУРС.

Ключевые слова: радионуклиды, загрязнение, Восточно-Уральский след, искусственные насаждения, лесные культуры, надземная фитомасса, живой напочвенный покров, биоразнообразие.

## SPECIAL COMPOSITION AND EPITERRIAN BIOMASS OF FIELD LAYER IN 15-AGED ARTIFICIAL PINE STANDS AFFECTED BY RADIOACTIVE POLLUTION

Uzhgin U.V.<sup>1</sup>, Zalesov S.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FGBOY VPO Ural state Forest Engineering University

The researches carried out showed that if pollution density more than 1 Ku/km<sup>2</sup> do not affect negatively survival ability and conservation of common pine cultures' then the reversed regularity is characteristic for pollution of larger density. Artificial 15-aged pine stand in zone with more that 1 Ku/km<sup>2</sup> pollution intensity are characterized by only 1/2 of density and stock volume as compared with analogous aged tands growing on control sites. An mean and strongly polluted zones the detected biomass of field lager in absolutely drg condihion conhtuti 726,6 and 320,3 kg/ha but at the controlled sites this index is 141,3 kg/ha. Fild lager in forest cultures of all polluted zones as well as in control sites is characterized by fen number of species. The share of forest price type in epiteranian diomass conshitute 44,4% on control sites but in mean and strongly polluted zones do not exceed 2,2%. On this case in field lagers of polluted artificial plantations the share of mead on especially grassplants and weed species grow up. Species composition and field layer of epiteranian biowass should be taken into consideration in forest management in BYPC zones.

Keyword: radionuclides, pollution, Eastern Ural radioactive trace, artificial forest, forest cultures, epiteranian biomass, field lager, biodiversity.

### Введение

Живой напочвенный покров (ЖНП) представляет собой очень важный структурный и энергетический компонент лесных насаждений и играет важную роль в процессах обмена веществ и энергии в них [1, 6, 8]. Исследованиями многих авторов установлено [3, 5], что на любое значительное нарушение структуры древостоя живой напочвенный покров реагирует изменением видового состава и фитомассы.

ЖНП предотвращает эрозию почвы, способствует консервации питательных элементов, защищает всходы и подрост древесных растений от заморозков и т.п. В то же время при

чрезмерном развитии он может привести к полному прекращению процесса естественного лесовозобновления, резко увеличивает пожарную опасность, особенно весной и осенью, усложняет выращивание искусственных насаждений.

Радиационное загрязнение является одним из видов загрязнений, определяющих экологическую обстановку на Урале. Указанное загрязнение связано с деятельностью производственного объединения «Маяк» и объясняется сбросом в 1947-1951 гг. радиоактивных сточных вод в р. Течу, неправильным хранением радиоактивных отходов в озере Карачай и взрывом в 1957 г. емкости с высокоактивными отходами. В настоящее время радионуклидами загрязнена часть Челябинской, Свердловской и Тюменской областей, которая получила название Восточно-Уральский радиоактивный след.

Лесные насаждения являются своеобразным природным комплексом, препятствующим первичному распространению и последующей миграции радионуклидов. Компоненты насаждения обладают, в той или иной степени, способностью удерживать радионуклиды, предотвращая тем самым их вынос за пределы загрязненной территории. Однако, в случае возникновения лесного пожара, вместе с продуктами неполного сгорания, радионуклиды могут переноситься ветром на большие расстояния, образуя новые очаги загрязнения [4]. Последнее свидетельствует о необходимости детального изучения всех компонентов насаждений, произрастающих на загрязненных территориях, особенно нижних ярусов растительности, поскольку последние являются первоочередными объектами горения при доминирующих низовых пожарах.

#### **Цель и методика исследований**

Целью наших исследований являлось установление видового состава и надземной фитомассы живого напочвенного покрова в 15-летних искусственных сосновых насаждениях различных зон радиоактивного загрязнения.

В соответствии с целью исследований была составлена следующая программа работ:

1. Подобрать участки для закладки постоянных пробных площадей (ППП) в искусственных сосняках, произрастающих в фоновых условиях (контроль, плотность загрязнения до 0,14 Ки/км<sup>2</sup>), а также в зоне слабого – I, среднего – II и сильного загрязнения – III, где плотность загрязнения составляет 0,15 – 0,99; 1,0 – 2,99 и 3 и более, Ки/км<sup>2</sup>.
2. Определить основные таксационные показатели сосновых древостоев по зонам загрязнения.
3. Изучить видовой состав и надземную фитомассу ЖНП.

После подбора и маршрутного обследования участков в соответствии с общепринятыми требованиями [7] было заложено четыре ППП. На всех ППП произведен пересчет деревьев по 1-сантиметровым ступеням толщины, а также обмерено по 15-20 модельных деревь-

ев основного элемента леса и по 3-5 деревьев сопутствующих древесных пород для построения кривых высот.

Видовой состав и надземная фитомасса ЖНП в соответствии с методическими рекомендациями [2] изучались на учетных площадках размером 0,5x0,5 м.

На каждой ППП было заложено по 20 учетных площадок, на которых ЖНП был срезан во второй половине июля. Затем срезанный на учетных площадках ЖНП был разобран по видам и установлена надземная фитомасса каждого вида в свежесобранном состоянии. От каждого вида ЖНП в разрезе ППП отбирались навески для определения влажности, которые взвешивались и высушивались при температуре 105<sup>0</sup>С до постоянной массы.

Соответствие видов ЖНП на ППП устанавливалось по показателям коэффициентов Жаккара [2].

### Результаты исследований

Материалы исследований показали, что интенсивность загрязнения (плотность) радионуклидами оказывает существенное влияние на таксационные показатели искусственных сосновых древостоев. Несмотря на двойное дополнение лесных культур на ППП 3 и 4 (зона среднего и сильного загрязнения), полнота и запас древесины на данных ППП спустя 15 лет после посадки оказались в 2 раза ниже аналогичных показателей в контрольном древостое (табл. 1).

Таблица 1. Таксационная характеристика древостоев постоянных пробных площадей

№ ППП	Зона загрязнения	Степень загрязнения, Ки/км <sup>2</sup>	Состав	Средние		Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
				высота, м	диаметр, см			
1	Контроль	0 – 0,14	10С	7,2	7,7	19,8	0,83	82
			ед Б	8,6	6,0			
			ед Е	1,2	0,8			
2	I	0,15-0,99	10С	6,5	7,2	20,3	0,91	75
3	II	1,0-2,99	10С	6,2	8,1	10,2	0,46	37
4	III	3,0 и более	8С	5,6	6,5	8,5	0,43	32
			2Е	2,9	2,9			
			Ед. Б	3,9	3,3			

Насаждения всех ППП относятся к одному типу леса – сосняк разнотравно-липняковый, что позволяет утверждать, что видовой состав и надземная фитомасса ЖНП

определяется двумя факторами: таксационными показателями древостоев и интенсивностью радиационного загрязнения.

Исследования показали, что все ППП характеризуются очень бедным видовым составом ЖНП. Общее количество видов на всех ППП составляет 24, при этом на контроле их насчитывается 15, а на ППП – 2 (зона слабого загрязнения) только 6 (табл. 2).

Таблица 2. Количество видов и надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии по зонам загрязнения

№ ППП	Зона загрязнения	Количество видов, шт.	Надземная фитомасса, кг/га	В т.ч. злаки	
				кг/га	%
1	Контроль	15	141,3	23,9	16,9
2	I	6	40,0	16,7	41,8
3	II	12	726,6	260,1	35,8
4	III	14	320,3	76,7	23,9

Анализ материалов табл. 1 и 2 позволяет отметить, что как количество видов, так и надземная фитомасса во многом зависит не от степени загрязнения, а от таксационных показателей древостоев. Так, минимальным количеством видов характеризуется ППП – 2 (зона слабого загрязнения), где относительная полнота достигает 0,91. Во II и III зонах загрязнения полнота древостоев почти в два раза ниже, чем на контроле и в зоне слабого загрязнения, чем, на наш взгляд, и объясняется значительное количество видов ЖНП.

Более наглядную картину о распределении надземной фитомассы ЖНП по видам позволяют получить данные, приведенные в табл. 3.

Материалы табл. 3 свидетельствуют, что даже при незначительном количестве видов ЖНП их доля в общей надземной фитомассе сильно различается. Так, в зонах среднего и сильного загрязнения (ППП – 3 и 4) доля такого сорного вида как крапива двудомная составляет 32,83 и 33,22%, соответственно. Во всех зонах загрязнения также велика доля злаковых растений, что, на наш взгляд, объясняется их большей толерантностью к загрязнению радионуклидами.

Таблица 3. Надземная фитомасса ЖНП по видам в абсолютно сухом состоянии на ППП в различных зонах загрязнения радионуклидами, кг/га

№ п/п	Вид	Надземная фитомасса на ППП			
		1	2	3	4
1	Крапива двудомная <i>Urtica dióica</i> L.	<u>19,50</u>	<u>0</u>	<u>238,51</u>	<u>106,40</u>
		13,80	0	32,83	33,22
2	Вейник наземный <i>Calamagróstis epigéios</i> )	<u>5,52</u>	<u>0</u>	<u>137,09</u>	<u>25,46</u>
		3,91	0	18,87	7,95
3	Овсяница овечья	<u>18,42</u>	<u>16,75</u>	<u>123,01</u>	<u>51,24</u>

	<i>Festuca ovina</i> L.	13,03	41,92	16,93	16,00
4	Подмареник северный <i>Galium boreale</i> L.	<u>0,37</u> 0,26	<u>3,66</u> 9,16	<u>5,45</u> 0,75	<u>59,23</u> 18,49
5	Гречишка вьюнковая <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Love	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>20,57</u> 2,83	<u>1,39</u> 0,43
6	Осот полевой <i>Sónchus arvénsis</i> L.	<u>1,23</u> 0,87	<u>0</u> 0	<u>124,47</u> 17,13	<u>6,10</u> 1,90
7	Чина луговая <i>Láthyrus praténsis</i> L.	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>5,05</u> 0,70	<u>0</u> 0
8	Горошек мышиный <i>Vícia crácca</i> L.	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>2,05</u> 0,28	<u>0</u> 0
9	Полынь обыкновенная <i>Artemísia vulgáris</i> L.	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>37,12</u> 5,11	<u>0</u> 0
10	Наперстянка крупноцветная <i>Digitális grandiflóra</i> Mill.	<u>3,46</u> 2,45	<u>0</u> 0	<u>5,32</u> 0,73	<u>0</u> 0
11	Будра плющевидная <i>Glechóma hederácea</i> L.	<u>2,63</u> 1,86	<u>0</u> 0	<u>9,44</u> 1,30	<u>0</u> 0
12	Лопух большой <i>Arctium láppa</i> L.	<u>2,56</u> 1,81	<u>0</u> 0	<u>18,50</u> 2,54	<u>0</u> 0
13	Костяника обыкновенная <i>Rubus saxatilis</i> L.	<u>42,62</u> 30,16	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1,87</u> 0,58
14	Земляника обыкновенная <i>Fragaria vesca</i> L.	<u>16,66</u> 11,79	<u>7,43</u> 18,59	<u>0</u> 0	<u>5,12</u> 1,60
15	Вероника дубравная <i>Veronica chamaedrys</i> L.	<u>2,16</u> 1,53	<u>4,04</u> 10,11	<u>0</u> 0	<u>4,02</u> 1,26
16	Клевер луговой <i>Trifolium praténse</i> L.	<u>7,68</u> 5,43	<u>2,89</u> 7,23	<u>0</u> 0	<u>22,82</u> 7,13
17	Борщевик сибирский <i>Heracléum sibíricum</i> L.	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>20,27</u> 6,33
18	Тысячелистник обыкновенный <i>Achilléa millefólium</i> L.	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>4,08</u> 1,27
19	Короставник полевой <i>Knantia arvensis</i> (L.) Coult.	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>5,18</u> 1,62
20	Василек шероховатый <i>Centaurea scabiósa</i> L.	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>7,11</u> 2,22
21	Репешок азиатский <i>Agrimonia asiatica</i> Luz.	<u>9,08</u> 6,43	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
22	Золотая розга <i>Solidago virgaurea</i> L.	<u>5,90</u> 4,17	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
23	Таволга средняя <i>Spirala media</i> Fr. Schmidt	<u>3,53</u> 2,50	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
24	Подорожник большой <i>Plantago major</i> L.	<u>0</u> 0	<u>5,19</u> 12,99	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
	Итого	<u>141,32</u> 100	<u>39,96</u> 100	<u>726,58</u> 100	<u>320,29</u> 100

При анализе ЖНП важно иметь объективные данные по распределению слагающих его видов по ценотипам. Под ценотипом (ценотипической группой растений) нами понимаются экотипы, возникшие под влиянием ценотипического окружения (т.е. сформировавшиеся в разных растительных сообществах) или под влиянием других биотических факторов.

Данные о распределении растений ЖНП по ценотипам приведены в табл. 4

Таблица 4. Распределение видов ЖНП и надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии по ценотипам

№ ППП	Ценотип								Итого
	Лесной		Лесо-луговой		Лугово-лесной		Луговой		
	Количество видов, шт.	Масса, кг/га %	Количество видов, шт.	Масса, кг/га %	Количество видов, шт.	Масса, кг/га %	Количество видов, шт.	Масса, кг/га %	
1	3	<u>62,7</u> 44,4	3	<u>9,3</u> 6,6	3	<u>8,5</u> 6,0	6	<u>60,8</u> 43,0	141,3
2	1	<u>7,4</u> 18,5	1	<u>4,0</u> 10,1	1	<u>3,7</u> 9,3	3	<u>24,9</u> 62,1	<u>40,0</u> 100
3	2	<u>10,4</u> 1,4	1	<u>124,5</u> 17,1	4	<u>172,6</u> 23,7	5	<u>419,2</u> 57,7	<u>726,6</u> 100
4	2	<u>7,0</u> 2,2	3	<u>30,4</u> 9,5	4	<u>90,2</u> 28,1	5	<u>192,8</u> 60,1	<u>320,3</u> 100

Материалы табл. 4 свидетельствуют, что загрязнение радионуклидами оказывает существенное влияние на распределение видов ЖНП по ценотипам. Так, если в контрольном насаждении 44,4% общей надземной фитомассы ЖНП приходится на лесные виды, то на ППП, загрязненных радионуклидами, этот показатель не превышает 18,6%. Особо следует отметить, что доля лесных видов остается низкой даже на ППП - 2 (зона слабого загрязнения), несмотря на высокую полноту древостоя, превышающую таковую на контроле.

Лишь два вида ЖНП присутствуют на всех ППП. Это подмаренник северный и овсяница овечья. Показатели коэффициентов сходства Жаккера свидетельствуют, что перечни видов ЖНП на контроле и на загрязненных радионуклидами ППП характеризуются как мало соответствующие.

### Выводы

1. Загрязнение лесного фонда радионуклидами усложняет процесс искусственного лесовосстановления, поскольку при плотности загрязнения более 1 Ки/км<sup>2</sup> лесные культуры требуют неоднократного дополнения и к 15-летнему возрасту в 2 раза уступают контрольным насаждениям по запасу.
2. Искусственные 15-летние сосновые насаждения характеризуются обедненным видовым составом ЖНП.
3. В зоне среднего и сильного загрязнения масса ЖНП в абсолютно сухом состоянии составляет 726,6 и 320,3 кг/га, соответственно, что резко увеличивает пожарную опасность и требует поведения мероприятий по недопущению лесных пожаров.
4. Повышение плотности загрязнения выше 0,14 Ки/км<sup>2</sup> приводит к сокращению доли надземной фитомассы лесного ценотипа и увеличению таковой у видов лугового ценотипа, что объясняется ростом доли сорных видов и злаков.

5. Данные о росте искусственных сосновых насаждений, видовом составе и надземной фитомассе ЖНП необходимо учитывать при организации лесопользования в зоне ВУРС.

### Список литературы

1. Залесов С.В., Залесова Е.С., Зверев А.А., Оплетаев А.С., Терин А.А. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС // ИВУЗ «Лесной журнал». – 2013. - № 2. – С. 66-73.
2. Залесов С.В., Зотеева Е.А., Магасумова А.Г., Швалева Н.П. Основы фитомониторинга: Учебное пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. – 76 с.
3. Залесов С.В. Лесная пирология: учебник для вузов. 3-е изд. перераб. и допол. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 333 с.
4. Залесов С.В., Ужгин Ю.В., Залесова Е.С. Искусственное лесовосстановление на территориях, загрязненных радионуклеидами // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: [www.science-education.ru/116-12329](http://www.science-education.ru/116-12329) (дата обращения: 15.03.2014).
5. Луганский Н.А., Залесов С.В., Луганский В.Н. Лесоведение: учеб. пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. – 432 с.
6. Оплетаев А.С., Залесов С.В. Рост и продуктивность лиственничников после рубок перестройки в березняках Урала // Аграрный вестник Урала. – 2012. - № 4 (96). – С. 27-28.
7. Ост 56-69-83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. – М., 1983. – 60 с.
8. Ужгин Ю.В., Залесов С.В., Крюк В.И. Формирование искусственных насаждений в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа // Вестник Башкирского гос. аграр. ун-та. – 2012. - № 3 (23). – С. 79-83.

### Рецензенты:

Усольцев В.А., д.с.-х.н., профессор, ведущий научный сотрудник ФГБОУ науки «Ботанический сад» УрО РАН, г. Екатеринбург.

Нагимов З.Я., д.с.-х.н., профессор, директор Института леса и природопользования, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург.