

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОДОНЬЯ

Плужников А.А.<sup>1</sup>, Булгакова И.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГКВОУ ВПО ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия (394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54/а), e-mail: pluzhnikov.alex@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия, (394006, г. Воронеж, Университетская площадь, 1), e-mail: bulgakova-I-N@yandex.ru

---

В качестве объекта исследования избраны высокопродуктивные (I и II классов бонитета) насаждения сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) преимущественно искусственного происхождения, произрастающие на границе лесостепной и степной растительных зон района Среднего Подонья на общей площади 1375,5 га. Всего было обследовано 185 выделов, определены таксационные показатели сосновых древостоев, выполнено распределение запаса насаждений по категориям санитарного состояния, выявлены причины ослабления породы. Полученные результаты свидетельствуют о значительной ослабленности сосновых насаждений, переходящей в результате поражения корневой губкой в фазу усыхания. По каждому лесничеству с различной степенью поражения корневой губкой определена зависимость запаса насаждения от средневзвешенной величины состояния соснового древостоя. Это дает возможность по изменению санитарного состояния насаждения прогнозировать динамику его фитомассы, а на ее основе – выполняемых важнейших средообразующих функций.

---

Ключевые слова: санитарное состояние, корневая губка, степень ослабления, обследование насаждений.

## ANALYSIS OF THE STRUCTURE AND DYNAMICS OF PINE PLANTATIONS IN THE MIDDLE DON REGION

Pluzhnikov A.A.<sup>1</sup>, Bulgakova I.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Military Government State-owned institutions of higher education Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh, Russia (394064, Voronezh, st. Old Bolsheviks, 54/a), e-mail: pluzhnikov.alex@yandex.ru

<sup>2</sup>Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh State University» (Russia, Voronezh, University square, 1), e-mail: bulgakova-I-N@yandex.ru

---

The object of investigation chosen highly productive (I and II site class) plantations of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) mostly of artificial origin growing on the border of the forest-steppe and steppe vegetation zones in the area of the Middle Don region to the total area of 1375.5 hectares. It has been surveyed 185 allotments, defined the taxation parameters of pine stands, made the distribution of stock of plants by category of health status, the causes of the weakening of the breed. The results show a significant weakening of pine plantations, passing in the defeat of the root fungus in the drying phase. In each forest with varying degrees of damage root fungus determined the dependence of the stock plantations from the weighted average of the state of the pine plantations. This makes it possible to change the sanitary condition of plantations to predict the dynamics of its biomass, and on its basis – performs an important habitat-forming function.

---

Key words: the sanitary condition, the root sponge, the degree of weakening, the inspection of plantings.

**Введение.** Санитарное состояние сосновых насаждений Среднего Подонья в настоящее время имеет стойкую тенденцию к ухудшению [4]. Причиной этого является как разносторонняя человеческая деятельность, особенно аэротехногенное загрязнение среды, так и различные заболевания, из которых следует выделить корневую губку (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., син. *Fomitopsis annosa* Karst.), вызывающую загнивание корней и отмирание зараженных деревьев. Это заболевание в настоящее время охватило огромные площади сосновых насаждений, преимущественно культур, особенно в юго-западной части

ареала сосны обыкновенной, и принимает характер затяжных эпифитотий, наносящих значительный ущерб лесному хозяйству [1; 2].

**Цель исследования.** Выявление закономерностей изменения санитарного состояния сосновых насаждений Среднего Подонья в зависимости от их происхождения, условий произрастания, состава, возраста, а также воздействия различных факторов.

**Объект и методы исследования.** Объектом исследований, проведенных в 2009-2010 гг., послужили поврежденные в той или иной степени корневой губкой средневозрастные, припевающие и спелые сосновые насаждения Савальского, Полянского и Алабухского участковых лесничеств Воронежской области на общей площади 1375,5 га. Таксационная характеристика лесничеств представлена ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Общая характеристика объекта исследования

Таксационные параметры древостоя		Наименование участкового лесничества		
		Савальское	Полянское	Алабухское
Общая площадь насаждения, га		609,6	566,9	199,0
Состав, га/%	чистый	<u>424,9</u> 69,7	<u>375,8</u> 66,3	<u>162,8</u> 81,8
	смешанный	<u>184,7</u> 30,3	<u>191,1</u> 33,7	<u>36,2</u> 18,2
Возраст, га/%	41-60 лет	<u>424,0</u> 69,6	<u>476,9</u> 84,1	<u>183,7</u> 92,3
	61-80 лет	<u>69,7</u> 11,4	<u>90,0</u> 15,9	<u>15,3</u> 7,7
	81-120 лет	<u>115,9</u> 19,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0
Бонитет и ТЛУ, га/%	бонитет I, В <sub>2</sub> (свежая суборь)	<u>400,5</u> 65,7	<u>40,3</u> 7,1	<u>119,0</u> 59,8
	бонитет II, А <sub>2</sub> (свежий бор)	<u>209,1</u> 34,3	<u>526,6</u> 92,9	<u>80,0</u> 40,2
Полнота, га/%	0,4-0,6	<u>125,3</u> 20,6	<u>121,5</u> 21,4	<u>5,2</u> 2,6
	0,7-0,8	<u>425,2</u> 69,7	<u>419,4</u> 74,0	<u>90,8</u> 45,7
	0,9-1,0	<u>59,1</u> 9,7	<u>26,0</u> 4,6	<u>103,0</u> 51,7

Исследования проводились в период с июня по август, так как все изменения санитарного состояния древостоев сосны обыкновенной наиболее полно проявляются именно в данном временном промежутке [7].

Методика работ заключалась в следующем. При закладке и работе на пробных площадях для создания базы данных санитарного состояния сосновых лесов использовались общепринятые в лесной таксации методы [3]. На подготовительном этапе были детально проанализированы материалы лесоустройства 2001-2003 гг., включая лесохозяйственный регла-

мент, и сделана подборка участков насаждений сосны разного состава, возраста, полноты, запаса и состояния, представляющих собой выборочную совокупность, по которой можно было бы обоснованно судить в целом о состоянии изучаемых насаждений в участковом лесничестве.

Всего было обследованию свыше 20 тысяч деревьев на 185 выделах. Таксационные показатели (возраст, полноту, бонитет, тип лесорастительных условий и запас) участков леса, в которых предполагалось проведение санитарного обследования, были предварительно переписаны в карточки лесопатологической таксации. При полевых работах дополнительно определялась средняя высота растущей части древостоя и сумма площадей сечений с последующим расчетом запаса на 1 га на момент текущего обследования.

При обнаружении несоответствий фактических данных таксационному описанию, которые могли существенно повлиять на оценку санитарного состояния древостоя, вносились необходимая корректировка. Во избежание влияния светового прироста границы исследуемых участков располагались не ближе 20 м от просек, дорог, прогалин и других открытых участков [3]. Внешняя оценка санитарного состояния сосновых насаждений проводилась в ходе маршрутного обследования, при движении по которому мерной вилкой на высоте 1,3 м выполнялся пересчет деревьев сосны по четырехсантиметровым ступеням толщины с обязательным указанием категории санитарного состояния. Для этого использовалась шкала категорий состояния хвойных пород [6].

В дальнейшем через индексы категорий состояния и соответствующие им проценты деревьев определялась средневзвешенная величина состояния породы на выделе. Если эта величина не превышала 1,5, то такой древостой считался здоровым, 2,5 – ослабленным, 3,5 – сильно ослабленным, 4,5 – усыхающим, 5 – усохшим. Объемы лесопатологической таксации позволили обеспечить для изучаемой древесной породы достоверную оценку средних значений относительного количества и запаса деревьев всех категорий состояния, включая «сильно ослабленные», «усыхающие», «свежий сухостой» и «старый сухостой» [7].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В целом санитарное состояние изучаемых насаждений вызывает значительную тревогу ввиду значительного распространения и поражения их корневой губкой. Предварительное рекогносцировочное обследование показало, что в данном объекте встречаются культуры сосны с разной степенью повреждения.

Оценка в 2010 году сосновых лесов Савальского участкового лесничества показала, что в структуре их санитарного состояния к ослабленным относится 239,2 га (39,2%) сосновых насаждений, сильно ослабленным – 370,4 га (60,8%). Причем распределение по категориям санитарного состояния насаждений позволило выявить наиболее уязвимую возрастную группу, что подтверждается данными таблицы 2.

Таблица 2 – Распределение по категориям санитарного состояния площади сосновых насаждений различных групп возраста, %

Участковое лесничество	Группа возраста	Показатели санитарного состояния		
		ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие
Савальское	средневозрастные	41,5	58,5	-
	приспевающие	46,2	53,8	-
	спелые	45,3	54,7	-
Полянское	средневозрастные	55,4	42,3	2,3
	приспевающие	57,0	38,8	4,2
	спелые	-	-	-
Алабухское	средневозрастные	67,6	32,4	-
	приспевающие	82,4	17,6	-
	спелые	-	-	-

Очевидно, что поражение корневой губкой средневозрастных сосновых насаждений, занимающих значительную площадь (424,0 га), в наибольшей степени вызывает ослабление древостоя, в то время как состояние приспевающих и спелых сосняков более стабильно. Это обуславливается биологической устойчивостью насаждений к воздействию различных негативных факторов, определяемой по величине текущего отпада. Интенсивное развитие поражения корневой губкой древостоев данного участкового лесничества во всех возрастных группах привело к изреживанию насаждений, о чем свидетельствует доля территорий с низкой полнотой (0,6-0,4), составляющей 20,6% всей площади. В дальнейшем в низкополнотных насаждениях сосны прогнозируется возникновение очагов стволовых вредителей и усиление соперничества со злаковой растительностью в борьбе за влагу.

Оценка в 2009 году сосновых лесов Полянского участкового лесничества показало наличие в структуре их санитарного состояния 315,5 га (55,7%) ослабленных сосновых насаждений, 236,6 га (41,7%) – сильно ослабленных, 14,8 га (2,6%) – усыхающих. В отличие от Савальского участкового лесничества исследуемые насаждения здесь принадлежат двум группам возраста: средневозрастным и приспевающим.

Анализ представленных выше данных таблицы 2 показывает, что в средневозрастных и приспевающих насаждениях соотношение площадей с ослабленными и сильно ослабленными древостоями имеет незначительные различия по сравнению с усыхающими. Наличие перехода сосновых культур 58 квартала (выдел 8) и 138 квартала (выдел 27) в категорию отпада здесь объясняется более бедными лесорастительными условиями А<sub>2</sub> (свежего бора) и интенсивным поражением корневой губкой. При этом показатели санитарного состояния насаждений всего участкового лесничества в целом неплохие, что объясняется

самой низкой долей чистых по составу и наименее устойчивых к поражению корневой губкой сосняков (66,3%).

Оценка в 2009 году санитарного состояния сосновых насаждений Алабукского участкового лесничества Воронежской области показало наличие в их структуре преимущественно ослабленных сосновых насаждений – 136,7 га, или 68,7% всей территории. Сильно ослабленные насаждения занимают площадь 62,3 га (31,3%), иных категорий состояния древостоев не выявлено.

Произрастание сосновых насаждений в условиях В<sub>2</sub> (свежей субори) не препятствует развитию поражения корневой губкой, тем более что 81,8% всей площади Алабукского участкового лесничества представлены чистыми по составу культурами, но стабилизация ее очагов возможна только в случае высокой биологической устойчивости сосняков к воздействию неблагоприятных факторов. Доказательством этому служит существенное превышение ослабленных насаждений над сильно ослабленными в обеих группах возраста, а усыхающие отсутствуют вовсе. Относительное благополучие данного насаждения также подтверждается наличием в нем площадей с высокой полнотой (высокополнотные древостои 0,9-1,0 составляют более 50% всей территории) при отсутствии участков изреживания.

Увеличение общего отпада насаждения сверх естественных показателей приводит к снижению его запаса на выделе и, как следствие, снижению объема фитомассы. С учетом того, что естественный прирост древостоя не компенсировал величину его отпада, который в отдельных случаях достигал значительных размеров, во всех лесничествах наблюдалось снижение общего объема запаса. С целью определения зависимости изменения величины запаса насаждения на 1 га территории по данным обследования лесничеств 2009-2012 гг. и 2001-2003 гг. от средневзвешенной величины состояния древостоя был проведен корреляционно-регрессионный анализ с использованием пакета EXCEL.

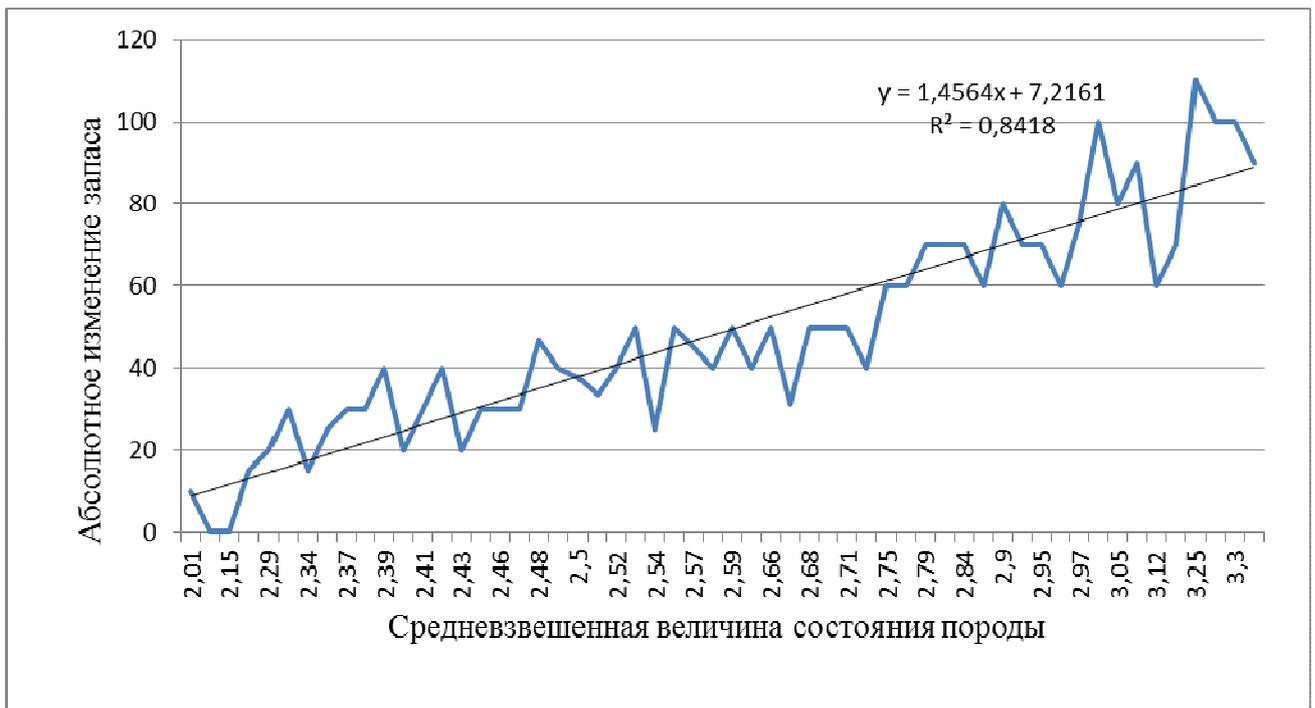
Анализ показал, что связь между средневзвешенной величиной состояния породы и параметром, характеризующим абсолютное изменение запаса, имеет вид:

по Савальскому лесничеству  $y = 1,46x + 7,22$  ( $R^2 = 0,8418$ ,  $t = 19,18 > 3,0$ );

по Полянскому лесничеству  $y = 1,75x + 4,97$  ( $R^2 = 0,72$ ,  $t = 14,2 > 3,0$ );

по Алабукскому лесничеству  $y = 3,89x + 6,45$  ( $R^2 = 0,76$ ,  $t = 8,99 > 3,0$ ).

Во всех трех случаях, в соответствии с рисунком 1, коэффициент детерминации  $R^2$  указывает на достаточно хорошую связь факторов, а значение  $t$ -статистики – на значимость включаемой в регрессионную модель переменной.



a



б



6

Рисунок 1 – Динамика изменения величины запаса по Савальскому (а), Полянскому (б) и Алабукскому (в) участковым лесничествам

На хорошую регрессионную зависимость указывают регрессионная сумма квадратов и остаточная сумма квадратов. Важно, чтобы регрессионная сумма (объясненная регрессией) была намного больше остаточной (не объясненная регрессией, вызванная случайными факторами) [5]. В проведенном анализе это условие полностью выполняется, о чем свидетельствуют данные таблицы 3.

Таблица 3 – Основные параметры регрессии

Участковое лесничество	Регрессионная сумма квадратов	Остаточная сумма квадратов
Савальское	4,87	0,71
Полянское	4,35	0,93
Алабукское	0,87	0,17

**Выводы.** Изменение санитарного состояния сосновых насаждений в очагах поражения корневой губкой зависит от их биологической сопротивляемости к возбудителю. В чистых по составу культурах сосны (монокультурах), обладающих наименьшей степенью устойчивости, доля сильно ослабленных насаждений, пребывающих на грани усыхания, может достигать 60,8%.

Величина запаса насаждения на 1 га территории имеет высокую степень корреляции со средневзвешенной величиной состояния соснового древостоя (в лесничествах с различной степенью поражения корневой губкой от  $R^2 = 0,7204$  до  $R^2 = 0,8418$ ). Это дает возможность по санитарному состоянию насаждения прогнозировать динамику его фитомассы, а на ее основе – и выполняемых важнейших средообразующих функций.

### Список литературы

1. Вересин М.М., Мамырин М.А., Шемякин И.Я. Столетний опыт лесоразведения в Савальском лесничестве. – М. : Гослесбумиздат, 1963. – 162 с.
2. Кузнецов И.В. Экологические особенности корневой губки в насаждениях сосны обыкновенной Среднего Подонья : дис. ... канд. биол. наук. – Воронеж, 2005. – 253 с.
3. Лозовой А.Д. Таксация леса : учебное пособие по практике. – Воронеж : ВГЛТА, 2003. – 98 с.
4. Малышев В.В. Рост и формирование лесных культур сосны обыкновенной в Центральной лесостепи : дис. ... канд. с.-х. наук. – Воронеж, 2005. – 144 с.
5. Минько А.А. Статистический анализ в MS Excel. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 448 с.
6. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологического обследования. Приложение 3 к Приказу Рослесхоза № 523 от 29.12.2007 г. – 73 с.
7. Семенкова И.Г. Фитопатология : учебник для студ. вузов. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 480 с.

### Рецензенты:

Козлов Александр Тимофеевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности ФГКВОУ ВПО ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж.

Агафонов Владимир Александрович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники и микологии ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж.