

УДК 630\*181:630\*174.754:630\*176.322.6

## ВЗАИМОВЛИЯНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОЙ СУБОРИ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ

Прутской А.В.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, e-mail: prutskoj@yandex.ru

В настоящее время большую актуальность приобретает формирование древостоев такого породного состава, которые в конкретных лесорастительных условиях наряду с удовлетворением возрастающих потребностей в древесине восполняли бы средозащитные и другие экологические функции. Сосново-дубовые насаждения при правильном учёте ценоотических факторов характеризуются высокой продуктивностью и биологической устойчивостью. Одним из важных факторов формирования сосново-дубовых насаждений является взаимовлияние корневых систем. Объектом исследований стали корневые системы модельных деревьев 70-летней сосны и 66-летнего дуба, произрастающие в условиях сложной субори, на серой лесной почве. В ходе исследований установлено, что сосна по общей протяжённости корневой системы превышает дуб в 4 раза. У сосны от общей протяжённости корней на долю стержневых корней приходится 10%, а у дуба 30%, на долю горизонтальных корней – у сосны 70%, у дуба – 75%. Масса корней сосны в 1,4 раза превышает массу корней дуба. Наибольшее количество корней сосны расположено в верхнем 10 см слое почвы (26%) и на глубине 50–60 см (23%), где корни образуют выраженный ярус. У дуба наибольшее количество корней сосредоточено на глубине 40–50 см (28%). На корневые взаимоотношения между дубом и сосной влияет тепловой и водный режим почвы. Якорная корневая система дуба проникает в нижние горизонты почвы. У сосны развивается поверхностная корневая система, позволяющая более полно использовать питательные вещества почвы и перехватывать влагу во время дождливых периодов.

**Ключевые слова:** корневая система, сосна обыкновенная, дуб черешчатый, насаждения, почва, исследование

## THE MUTUAL INFLUENCE OF ROOT SYSTEMS OF PINE AND OAK IN COMPLEX SUBORI ON GRAY FOREST SOIL

Prutskoy A.V.

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, e-mail: prutskoj@yandex.ru

At present, the formation of stands of such a rock composition acquires great urgency, which, in concrete forest conditions, along with the satisfaction of the growing demands in wood, would have made up environmental and other environmental functions. Pine and oak plantations with proper consideration of the valuable factors are characterized by high productivity and biological stability. One of the important factors in the formation of pine and oak plantations is the mutual influence of root systems. The object of the research was the root systems of model trees of 70-year-old pine and 66-year-old oak, growing in a complex subori, on gray forest soil. In the course of research it was established that the pine, according to the total length of the root system, exceeds the oak tree by 4 times. In pine, from the total length of the roots, the share of tap roots accounts for 10%, and oak 30%, the share of horizontal roots – pine 70%, oak – 75%. The weight of pine roots is 1.4 times the weight of oak roots. The greatest number of pine roots is located in the top 10 cm layer of soil (26%) and at a depth of 50–60 cm (23%), where the roots form a pronounced tier. Oak has the highest number of roots concentrated at a depth of 40–50 cm (28%). The root relationship between oak and pine affects the thermal and water regime of the soil. The anchor root system of oak penetrates into the lower horizons of the soil. Pine develops a superficial root system, which allows more complete use of soil nutrients and moisture during rainy periods.

**Keywords:** root system, *Pinus silvestris*, *Quercus robur*, plantations, soil, research

В настоящее время, с переходом на многоцелевое лесопользование, большую актуальность приобретает формирование древостоев такого породного состава, которые в конкретных лесорастительных условиях наряду с удовлетворением возрастающих потребностей в древесине восполняли бы средозащитные и другие экологические функции.

Сосново-дубовые насаждения при правильном учёте ценоотических факторов и рациональном размещении древесных пород по площади характеризуются высокой продуктивностью и биологической устойчивостью [1].

Одним из важных факторов формирования сосново-дубовых насаждений является взаимовлияние корневых систем.

Рядом ученых проводились исследования корневых систем сосны [2, 3] и корневых систем дуба [4]. В естественных древостоях с порослевым дубом в верхнем полуметровом слое почвы заметно преобладают корни дуба. В насаждениях с семенным дубом, который на 30–40 лет моложе сосны, корневая система дуба также находит благоприятные условия для своего развития. В субориях и сугрудках естественных сосново-дубовых древостоев позиции дуба

в почвенной среде, несмотря на его угнетение в надземной части, довольно прочны. Здесь, в свежих условиях, корневая система сосны и дуба однотипна и имеет второй максимум своего развития в более глубоких горизонтах почвы. Примесь дуба к сосне не меняет характера её корневой системы, но несколько вытесняет мелкие корни сосны из верхнего горизонта в более глубокие. В сложной субори, при совместном произрастании с сосной, корневые системы дуба опускаются в более глубокие горизонты ( $V_1$  и  $V_2$ ). В этих условиях стержневой корень дуба, достигая слоя подстилающего суглинка, разветвляется, что увеличивает площадь его соприкосновения с горной породой.

Цель исследования: изучить взаимовлияние корневых систем сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) и дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях сложной субори на серой лесной почве.

#### Материалы и методы исследования

Объектом исследований стали корневые системы модельных деревьев сосны и дуба, произрастающие в юго-восточном районе широколиственных лесов, Кокоревском предполесском ландшафте сосново-дубовых насаждений, в 70-летнем сосняке волосисто-осоковом ( $C_2$ ), Брасовского лесничества, Брянской области. Для места исследований характерна серая лесная легкосуглинистая почва на лессовидных суглинках.

Строение корневых систем изучалось методом скелета и методом монолита. В исследованиях использовалась методика М.И. Калинина [5], Р.А. Сейдафарова [6], В.Н. Шанина [7]. Раскопку корневых систем начинали с горизонтальных корней, постепенно обнажая корни по периферии [8]. Все корни распределяли на группы:

1) горизонтальные поверхностные (горизонтальные корни, расположенные не глубже 20 см);

2) горизонтальные глубинные (горизонтальные корни, расположенные глубже 20 см);

3) якорные (вертикальные ответвления от горизонтальных корней);

4) стержневые (корни идущие вертикально вниз и являющиеся продолжением ствола дерева).

В зависимости от толщины корни подразделяли на тонкие ( $d < 2$  мм), полускелетные ( $d = 2,1-4,0$  мм) и скелетные ( $d > 4,0$  мм).

Для горизонтальной корневой системы измеряли следующие показатели:

1) длина корня первого и второго порядка;

2) расстояние до ответвлений второго порядка;

3) длина якорных корней и глубина их проникновения;

4) диаметр корней в месте их прикрепления.

Для вертикальной корневой системы измеряли следующие показатели:

1) длина корня;

2) расстояние до места прикрепления ответвлений второго порядка.

Измерения диаметров корней проводились штангенциркулем, длины – мерной лентой.

Корни, взятые из монолитов, взвешивали в сыром состоянии, по фракциям, с точностью до 0,01 г. Для определения процента влажности отбирали по 5 образцов из каждой фракции, с величиной навески 50 г. После высушивания в сушильном шкафу, при температуре 100–110 °С до абсолютно сухого состояния и повторного взвешивания, устанавливали средний процент влажности.

Средний прирост корня по длине определяли путём деления длины корня на его возраст, вычисляемый по количеству годовых колец у основания корня.

Для изучения роста корня по длине и диаметру использовали метод анатомического анализа корней. Рост по длине определялся при помощи срезов у двух горизонтальных корней типичного строения, у их основания и через каждые 50 см. Рост по диаметру определялся при помощи срезов главных и скелетных корней у их основания. Проекция корневой системы определялась как площадь многоугольника, образованного линиями, соединяющими окончания горизонтальных корней.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Исследование корневых систем проводилось в 70-летнем сосново-дубовом насаждении. Таксационная характеристика представлена в таблице.

В ходе исследований установлено взаимовлияние корневых систем, когда горизонтальные корни дуба активно растут в ризосфере сосны (рис. 1).

Сосна по общей протяжённости корневой системы превышает дуб в среднем в 4 раза. У сосны, от общей протяжённости корней, на долю стержневых приходится 10%, а у дуба 30%, на долю горизонтальных – у сосны 70%, у дуба – 75%. Среди горизонтальных корней, корни 1-го порядка у сосны по протяжённости в среднем превышают в 2 раза корни дуба, а корни 2-го порядка у сосны, в 6 раз превышают корни дуба.

Таксационная характеристика сосново-дубового насаждения

Состав	Средние		Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га	Густота, шт./га
	диаметр, см	высота, м	абсол., м <sup>2</sup>	относит.		
1	2	3	4	5	6	7
Первый ярус						
6,3 С	49,0	33,1	24,28	0,43	350	129
3,2 Д	31,7	26,1	14,62	0,41	180	186
0,5 Б	45,1	31,5	1,96	0,06	27	12
Для всего яруса	41,9	30,2	40,86	0,90	557	327



Рис. 1. Корневые системы 70-летней сосны обыкновенной (слева) и 66-летнего дуба черешчатого (справа) в сосняке волосисто-осоковом (С<sub>2</sub>), в Кокоревском предполесском ландшафте сосново-дубовых насаждений

Масса корней 70-летней сосны в 1,4 раза превышает массу корней 66-летнего дуба. При этом масса корней, в почвенном монолите, толщиной менее 0,6 мм у сосны составила 380 г, у дуба 420 г; толщиной 0,7–3,0 мм у сосны – 760 г, у дуба – 2100 г; толщиной более 3,0 мм у сосны – 17860 г, у дуба – 11480 г.

Вертикальное распределение массы корней дуба и сосны, по профилю серой лесной почвы, представлено на рис. 2.

Наибольшее количество корней сосны расположено в верхнем 10-сантиметровом слое почвы (26%) и на глубине 50–60 см (23%), где корни образуют выраженный ярус. По нашему мнению, это связано с тем, что в горизонте А<sub>1</sub> повышенное содержание питательных веществ, в том числе и азотистых соединений. В горизонте В<sub>1</sub> корни сосны активно используют влажность почвы.

У дуба наибольшее количество корней сосредоточено на глубине 40–50 см (28%), горизонт А<sub>1</sub>А<sub>2</sub>. Здесь масса корней дуба превышает массу корней сосны в 5,2 раза. Причиной этого явления стало то, что поверхностная корневая система сосны вытесняет из верхних горизонтов почвы корневую систему дуба. По нашему мнению, этот горизонт почвы имеет оптимальный температурный режим для роста корней дуба.

По исследованиям А.А. Коротаева (1981) начало роста корневой системы дуба возможно при прогревании почвы на уровне +8 °С, а сосны – до +5 °С. Оптимум для роста корней обеих пород составляет влагообеспеченность почвы 30–80% и температура почвы для дуба +15,6 – +22,4 °С, для сосны +13,2 – +19,8 °С.

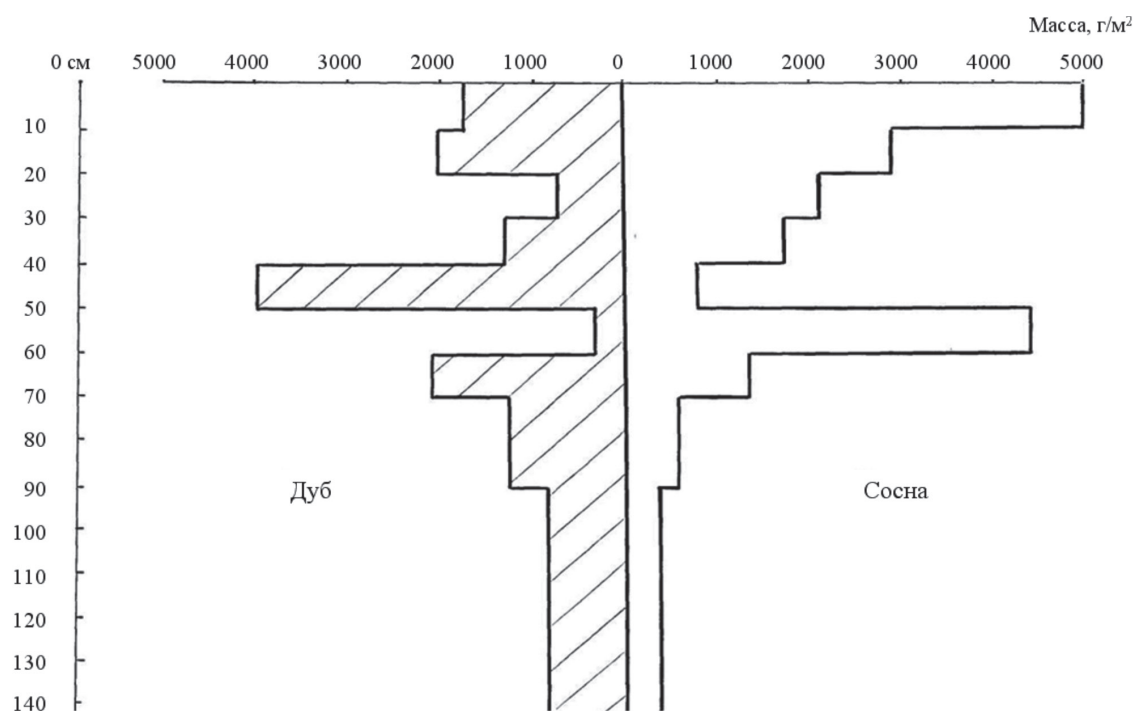


Рис. 2. Вертикальное распределение массы корневых систем 70-летней сосны и 66-летнего дуба по профилю почвы, в сосняке волосисто-осоковом ( $C_2$ )

В ходе исследований установлено, что грунтовые воды и капиллярная кайма в течение всего сезона вегетации располагаются ниже основного корнеобитаемого слоя. Летом в поверхностных горизонтах корнеобитаемого слоя наблюдается недостаток влаги.

У дуба в верхнем горизонте почвы имеется 4–7, а у сосны 3–4 выраженные корневые лапы, каждая из которых, по нашим исследованиям, разветвляется на ряд самостоятельных корней. В горизонте почвы 0–15 см корни дуба диаметром 5–16 см удалены от ствола дерева на 50–75 см, а сосны – на 100–250 см. В горизонте 16–30 см скелетные корни дуба диаметром до 6 см встречаются в радиусе 150 см, а у сосны 150–200 см от ствола дерева. При углублении в почву от 30 до 50 см максимальный диаметр якорных корней дуба и сосны составляет 8–10 см.

Исследование динамики роста корневых систем дуба и сосны показывает, что эти породы обладают сильной физиологической активностью стержневого корня, проявляющегося в приросте по диаметру. Так 70-летняя сосна, на серой лесной почве, развивает мощный стержневой материнский корень, который превышает материнский стержне-

вой корень 66-летнего дуба, по диаметру у его основания в 2,6 раза. Наиболее интенсивный прирост по диаметру корня у сосны наблюдается в период от 20 до 40 лет, что составляет 39% от общего диаметра корня, с пиком прироста в 30 лет.

У дуба интенсивный прирост по диаметру корня приходится на период от 10 до 20 лет, это 58% от общего диаметра корня. В период от 20 до 30 лет происходит резкое уменьшение прироста (в 2 раза) стержневого корня дуба. Это связано с биологией роста дуба, так как дуб более интенсивно развивает стержневую корневую систему в первые десятилетия, по сравнению с последующими.

В отличие от проекции крон, проекции корневых систем дуба и сосны, при совместном произрастании на серой лесной почве, занимают большее фитоценоотическое пространство. Горизонтальная проекция корневых систем и крон деревьев представлена на рис. 3.

По нашим исследованиям установлено, что проекция горизонтальных корневых систем (площадь питания) 70-летней сосны составляет 225 м<sup>2</sup>, а у дуба 66-летнего возраста 120 м<sup>2</sup>, т.е., у дуба проекция горизонтальных корней в 1,9 раза меньше.

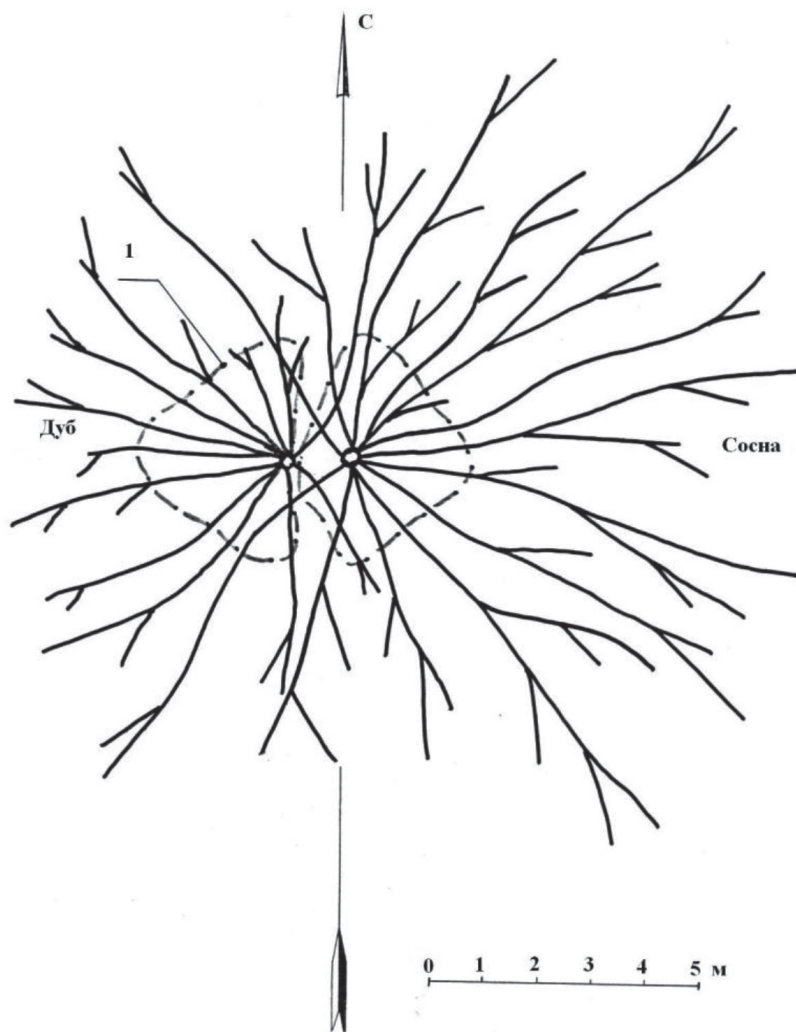


Рис. 3. Горизонтальная проекция корневых систем и крон 70-летней сосны и 66-летнего дуба в сосняке волосисто-осоковом (С<sub>2</sub>): 1 – проекция кроны дерева

Проекции корневых систем превышают проекции кроны у дуба в 17 раз, а у сосны в 28 раз.

### Выводы

На корневые взаимоотношения между дубом и сосной влияет тепловой и водный режим почвы.

На серой лесной почве сосна по общей протяжённости корневой системы превышает дуб в 4 раза. У сосны, от общей протяжённости корней, на долю стержневых приходится 10%, а у дуба 30%, на долю горизонтальных – у сосны 70%, у дуба – 75%. Масса корней 70-летней сосны в 1,4 раза превышает массу корней 66-летнего дуба.

Наибольшее количество корней сосны расположено в верхнем 10-сантиметровом слое почвы (26%) и на глубине 50–60 см

(23%), где корни образуют выраженный ярус. У дуба наибольшее количество корней сосредоточено на глубине 40–50 см (28%), горизонт А<sub>1</sub>А<sub>2</sub>.

Якорная корневая система дуба проникает в нижние горизонты почвы, используя капиллярную влагоёмкость лессовидного суглинка. У сосны развивается поверхностная корневая система, позволяющая более полно использовать питательные вещества почвы и перехватывать влагу во время дождливых периодов.

### Список литературы

1. Прутской А.В. Лесовосстановление биологически устойчивых сосново-дубовых древостоев // Роль учебно-опытных лесхозов вузов России в подготовке кадров для лесного сектора: материалы научн.-практ. конф. – Брянск: БГИТУ, 2017. – С. 138–142.

2. Шлапак В.П. Фитомасса корней в культурах сосны в свежих суборях и судубравах / В.П. Шлапак // Известия вузов. Лесной журнал. – 2007. – № 6. – С. 49–53.

3. Тюкавина О.Н. Корневая система сосны обыкновенной в условиях северотаежной зоны / О.Н. Тюкавина, В.Н. Евдокимов // Известия вузов. Лесной журнал. – 2016. – № 1. – С. 55–65.

4. Михайлов Н.А. Особенности строения корневых систем порослевого дуба от тонких пней в Брянском лесном массиве / Н.А. Михайлов // Известия вузов. Лесной журнал. – 2011. – № 2. – С. 61–66.

5. Калинин М.И. Формирование корневых систем деревьев / М.И. Калинин. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 151 с.

6. Сейдафаров Р.А. Изучение корневых систем древесных растений методом среза (на примере корневых систем липы мелколистной) / Р.А. Сейдафаров // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 5. – С. 92–97.

7. Шанин В.Н. Моделирование горизонтального распространения корней деревьев в различных условиях местообитания / В.Н. Шанин // Лесоведение. – 2015. – № 2. – С. 130–139.

8. Рожков В.А. Методы изучения корневых систем растений в поле и лаборатории / В.А. Рожков, И.В. Кузнецова, Х.Р. Рахматуллоев. – 2-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 51 с.

### References

1. Prutskoj A.V. Lesovosstanovlenie biologicheskii ustojchivy'x sosnovo-dubovy'x drevostoev // Rol' uchebno-opyt'ny'x lesxozov vuzov Rossii v podgotovke kadrov dlya

lesnogo sektora: materialy' nauchn.-prakt. konf. – Bryansk: BGITU, 2017. – P. 138–142.

2. Shlapak V.P. Fitomassa kornej v kul'turax sosny' v svezhix suboryax i sudubravax / V.P. Shlapak // Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal. – 2007. – № 6. – P. 49–53.

3. Tyukavina O.N. Kornevaya sistema sosny' oby'knovennoj v usloviyax severotaezhnoj zony' / O.N. Tyukavina, V.N. Evdokimov // Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal. – 2016. – № 1. – P. 55–65.

4. Mixajlov N.A. Osobennosti stroeniya kornevy'x sistem poroslevogo duba ot tonkix pnej v Bryanskom lesnom massive / N.A. Mixajlov // Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal. – 2011. – № 2. – P. 61–66.

5. Kalinin M.I. Formirovanie kornevy'x sistem derev'ev / M.I. Kalinin. – М.: Лесн. пром-ст', 1983. – 151 p.

6. Sejdafarov R.A. Izuchenie kornevy'x sistem drevesny'x rastenij metodom sreza (na primere kornevy'x sistem lipy' melkolistnoj) / R.A. Sejdafarov // Vestnik KrasGAU. – 2013. – № 5. – P. 92–97.

7. Shanin V.N. Modelirovanie gorizontalnogo rasprostraneniya kornej derev'ev v razlichny'x usloviyax mestoobitaniya / V.N. Shanin // Lesovedenie. – 2015. – № 2. – P. 130–139.

8. Rozhkov V.A. Metody' izucheniya kornevy'x sistem rastenij v pole i laboratorii / V.A. Rozhkov, I.V. Kuznecova, X.R. Raxmatulloev. – 2-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 51 p.