

УДК 630*181:630*174.754

ВЛИЯНИЕ ЦЕНОТИЧЕСКИХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ НА РОСТ МОДЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В БРЯНСКОМ ЛЕСНОМ МАССИВЕ

Прутской А.В.

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

Познание природы леса невозможно без исследования ценотических взаимоотношений между древесными породами. В настоящее время в Брянском лесном массиве в связи с изменением климатических условий и ряда других факторов происходит формирование сосново-дубовых насаждений, в которых дуб при соответствующем уходе не уступает в росте сосне. Произрастание дуба с сосной возможно в одном ярусе в условиях сложных суборей и дубрав. Благоприятные условия для роста дуба складываются в результате его возрастного и пространственного преимуществ по отношению к сосне. Площадь проекции кроны дуба чаще превышает в 1,5–3 раза площадь проекции кроны сосны. Сосна является конкурентом и проявляет повышенные темпы прироста по высоте и диаметру, по отношению к дубу, в возрасте 10–30 лет. Дуб более активно растет после 40 лет. С 60–80 лет дуб постепенно увеличивает скорость прироста по высоте. В 90–100 лет сосна уступает по темпам прироста по высоте и диаметру дубу, который в свою очередь выходит в верхнюю часть полога насаждения. На слабодерновой среднеподзолистой почве между дубом и сосной складываются конкурентные взаимоотношения. На слабодерновой подзолистой почве на флювиогляциальных песках и двучленных отложениях, между дубом и сосной складываются конкурентные взаимоотношения, переходящие с возрастом в индифферентные. С продвижением на юг Брянского лесного массива, на дерново-подзолистых почвах, подстилаемых опесчаненной мореной, взаимоотношения между дубом и сосной приобретают индифферентный характер.

Ключевые слова: ценотические взаимоотношения, сосна обыкновенная, дуб черешчатый, модельные деревья

THE INFLUENCE OF THE CENOTIC RELATIONSHIPS ON THE RISE MODEL TREES PINE AND OAK IN THE BRYANSK FOREST AREA

Prutskoy A.V.

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

Knowledge of the nature of the forest is impossible without studying the coenotic relationships between tree species. Currently, in the Bryansk forest area, due to changes in climate conditions and a number of other factors, pine-oak plantations are being formed, in which the oak is not inferior in growth to the pine with appropriate care. Growth of oak and pine is possible in the same tier in the conditions of complex sub-seas and oak forests. Favorable conditions for the growth of oak are formed as a result of its age and spatial advantages in relation to pine. The projection area of the oak crown often exceeds 1.5-3 times the projection area of the pine crown. Pine is a competitor and shows increased growth rates in height and diameter, relative to oak, at the age of 10-30 years. Oak grows more actively after 40 years. From 60-80 years old, oak gradually increases the rate of growth in height. In 90-100 years, pine is inferior in growth rates in height and diameter to oak, which in turn goes to the upper part of the canopy of the plantation. On a low-grain medium-podzolic soil, a competitive relationship develops between oak and pine. On weakly grained podzolic soil on fluvioglacial Sands and binomial deposits between oak and pine there are competitive relationships that turn into indifferent ones with age. With the advance to the South of the Bryansk forest area, on sod-podzolic soils underlain by a desalinated moraine, the relationship between oak and pine becomes indifferent.

Keywords: coenotic relations, *Pinus silvestris*, *Qercus robur*, model trees

Познание природы леса невозможно без исследования ценотических взаимоотношений. Проблема ценотических взаимоотношений древесных пород является одним из основных положений разрабатываемой нами адаптационно-климатической модели формирования перспективных насаждений для Брянского лесного массива. В настоящее время в Брянском лесном массиве все чаще еловые формации насаждений (из-за повреждения короедом-типографом и других климатических факторов) сменяются на мягколиственные древостой и сосновые насаждения, которые, в свою

очередь, трансформируются в сосново-дубовые. Дуб успешно возобновляется в сосновых насаждениях, что позволяет широколиственным породам расширять территории своего произрастания [1–3]. В данных насаждениях дуб в неблагоприятных условиях может почти полностью погибнуть к IV классу возраста [4], таким образом, необходимо исследовать ценотические взаимоотношения для установления причин снижения конкуренции древесных пород. По данным исследований [5–7] связь между нахождением дуба в том или ином ярусе насаждения, его состоянием, ходом

роста зависит от структуры фитоценоза, комплекса природно-климатических факторов, лесоводственной и лесокультурной деятельности человека.

Цель исследования: изучить ценотические взаимоотношения, влияющие на рост сосны обыкновенной и дуба черешчатого, в условиях сложных типов леса Брянского лесного массива.

Материалы и методы исследования

Район исследований – Брянский лесной массив. Исследования проводились на ландшафтной основе, с использованием почвенно-типологической характеристики. Для исследований подбирались устойчивые и продуктивные сосново-дубовые насаждения в Снежетьско-Деснянском зандрово-долинном, в Пальцовском полесском, в Ключковенском лесо-аграрном, в Кокоревском предполесском ландшафтах. На пробных площадях (4,5 га) изучались почвенные условия, биометрические характеристики деревьев, живой напочвенный покров и др. В основе методики отбора типов леса, древостоев и модельных деревьев используются методы изучения лесных сообществ [8], а также условие, что дуб произрастает в одном ярусе с сосной. Объектом исследований были 24 модельных дерева. В ходе исследований проводилась раскряжёвка ствола модельных деревьев по секциям. На конце каждой секции выпиливался срез (толщиной 3 см). В камеральных условиях на каждом срезе проводили измерение приростов по диаметру, с помощью микроскопа МИР-2 (инструментальная точность 0,05 мм), в четырёх направлениях (север, юг, восток, запад). При этом использовался метод проявления годичных колец у срезов лиственных и хвойных пород, предложенный С.В. Ильчуковым [9].

Для определения репрезентативности показателей рассматривались интервальные динамические ряды текущего прироста по диаметру и высоте модельных деревьев. Учитывая специфику ценотических взаимоотношений, проводился многофакторный анализ, в ходе которого устанавливалась теснота связи (по шкале Чеддока) для соответствующего возраста развития и текущего прироста по диаметру и высоте у модельных деревьев.

Результаты исследования и их обсуждение

Статистически установлено, при совместном произрастании дуба и сосны в одном ярусе, в условиях сложных типов

леса, наблюдается высокая теснота связи между возрастом и текущим приростом сосны по диаметру (-0,85) и высоте (-0,90). Заметная теснота связи между возрастом и текущим приростом дуба по высоте (-0,58) и отсутствует между возрастом и текущим приростом дуба по диаметру (0,06). Высокая теснота связи между текущим приростом по диаметру и высоте сосны (0,82). Слабая теснота связи между текущим приростом по диаметру дуба и текущим приростом по диаметру сосны (0,23) и отсутствует между текущим приростом по диаметру дуба и текущим приростом по высоте сосны (-0,06). Заметная теснота связи между текущим приростом по высоте дуба и текущим приростом по диаметру сосны (0,64). Высокая теснота связи между текущим приростом по высоте дуба и текущим приростом по высоте сосны (0,82). Слабая теснота связи между текущим приростом дуба по высоте и текущим приростом дуба по диаметру (0,23).

Рассмотрим влияние ценотических взаимоотношений на рост сосны и дуба на следующих примерах.

На серой лесной среднесуглинистой почве, для 69-летней сосны ($D = 30,1$ см, $H = 20,4$ м) и 67-летнего дуба семенного происхождения ($D = 19,2$ см, $H = 20,1$ м), в условиях свежей сложной субори (сосняк липняковый), при совместном произрастании на расстоянии 1,3 м, дуб, в первые годы, растёт медленно по сравнению с сосной. Так, в первые 5 лет сосна превышает дуб по высоте на 0,6 м, в 10 лет на 1,2 м, в 15 лет на 0,5 м, в 20 лет на 0,6 м. С 10 до 20 лет темпы роста дуба увеличиваются и достигают максимума в 25–30 лет. С 35 лет дуб интенсивно растёт и к 60 годам разница в высотах между дубом и сосной сокращается до 0,5 м. Максимальный средний прирост по диаметру у дуба и сосны приходится на 15 лет. До 35 лет средний прирост по диаметру у сосны выше в 1,8–2,6 раза, чем у дуба. С 35 лет у дуба средний прирост по диаметру выше в 1,2–2,2 раза, чем у сосны. В ходе исследования прироста по диаметру установлено, что прирост неравномерен и в среднем меньше в 1,5–2 раза у дуба на стороне, обращенной к сосне, и у сосны на стороне, обращенной к дубу. Объём ствола в коре у сосны превышает объём ствола в коре дуба в 2,7 раза, а без коры – в 3,2 раза.

У сосны объём кроны составил $3,3 \text{ м}^3$, а для дуба – $1,8 \text{ м}^3$. В кроне дуба доля сухих веток составляет 18,7% причём большинство их (91,0%) сосредоточено на сто-

роне, ближайшей к сосне. На расстоянии 1,30 м в данных условиях произрастания у сосны складываются конкурентные отношения с дубом в возрасте 20–30 лет, а начиная с 60 лет взаимоотношения переходят в индифферентные.

На слабодерновой среднеподзолистой почве, в ельнике лешиново-копытеновом (D_2), на расстоянии от центра ствола дуба до центра ствола сосны (на уровне земли) – 3,20 м, дуб (поздно распускающейся фенологической формы, семенного происхождения) к 125 годам имеет $D = 36,1$ см и $H = 27,5$ м. Сосна к 122 годам имеет $D = 44,5$ см и $H = 30,9$ м. Площадь проекции кроны дуба составила $37,5$ м², а сосны – $25,5$ м². Перекрытие площади проекций крон сосны и дуба – $14,0$ м² (рисунок).

Установлено, что максимум текущего прироста по диаметру у дуба и сосны совпадает и приходится на 20 лет. Второй максимум текущего прироста по диаметру у сосны в 100 лет (табл. 1).

У дуба в 90 лет максимум текущего прироста по диаметру и высоте. Сосна интенсивно развивалась до 10 лет. С 20 до 60 лет сосна превышает по текущему приросту по диаметру дуб в 1,4–1,7 раза. Дуб в 60 лет по текущему приросту в высоту, а в 70 лет по текущему приросту по диаметру начинает превышать сосну. Установлено резкое повышение текущего прироста по высоте

у дуба в период с 90 до 120 лет и по диаметру в 90 лет. К 120 годам по текущему приросту в высоту дуб превышает сосну в 3,3 раза. По текущему приросту по диаметру дуб уступает сосне в 2,6 раза. Максимальный текущий прирост по объёму ствола у дуба отмечен в 100 лет.

На расстоянии 3,20 м в данных условиях произрастания отмечается конкуренция сосны во взаимоотношениях с дубом.

На слабодерновой среднеподзолистой почве, в дубняке лешиново-копытеновом (D_2), при расстоянии между модельными деревьями 2,75 м, дуб (поздно распускающейся фенологической формы, семенного происхождения) к 121 году имеет $D = 37,3$ см и $H = 25,9$ м. Сосна к 122 годам имеет $D = 48,9$ см и $H = 30,3$ м. Площадь проекции кроны дуба составила $58,5$ м², а сосны – $70,5$ м². Перекрытие площади проекций крон сосны и дуба – $25,0$ м². Максимум текущего прироста по высоте и диаметру у сосны приходится на 20 лет, а у дуба по высоте и диаметру – на 30 лет. Второй максимум текущего прироста по высоте и диаметру у сосны наблюдается в 100 лет, у дуба в 90 лет по диаметру, а в 80 и 120 лет по высоте. С 70 лет по текущему приросту по диаметру дуб превышает сосну в 1,1–1,6 раза, а по текущему приросту в высоту в 1,3–3,0 раза. Это позволяет дубу с 90 лет расти в I ярусе древостоя.

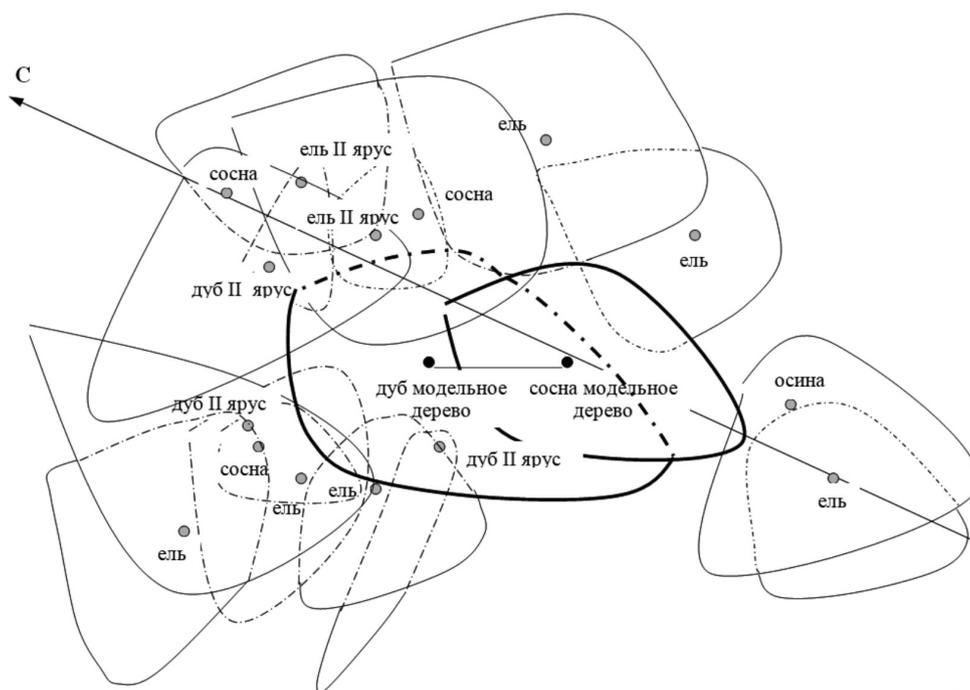


Схема проекции крон деревьев

Таблица 1

Ход роста модельных деревьев сосны и дуба

Показатель	Возраст, лет											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Сосна 122 года, $D_{1,3} = 44,5$ см, $H = 30,9$ м												
$D_{1,3}$, см	5,8	12,9	17,5	21,2	24,4	27,0	29,9	32,7	35,5	38,7	40,0	41,9
Z_d^r , см	5,8	7,1	4,6	3,7	3,2	2,6	2,9	2,8	2,8	3,2	1,3	1,9
H , м	5,09	11,22	18,06	23,30	26,35	28,13	29,03	29,59	29,99	30,37	30,64	30,85
Z_h^r , м	5,09	6,13	6,84	5,24	3,05	1,78	0,90	0,56	0,40	0,38	0,27	0,21
Дуб 125 лет, $D_{1,3} = 36,1$ см, $H = 27,5$ м												
$D_{1,3}$, см	0,7	5,5	8,4	10,6	12,6	14,5	17,9	21,8	26,2	29,9	31,6	33,2
Z_d^r , см	0,7	4,8	2,9	2,2	2,0	1,9	3,4	3,9	4,4	3,7	1,7	1,6
H , м	1,87	5,33	8,67	11,44	13,75	15,77	17,29	18,72	20,78	22,80	24,69	26,57
Z_h^r , м	1,87	3,46	3,34	2,77	2,31	2,02	1,52	1,43	2,06	2,02	1,89	1,88

На расстоянии 2,75 м в данных условиях произрастания между дубом и сосной складываются конкурентные отношения с незначительными элементами индифферентности в возрасте 90–100 лет.

На слабодерновой подзолистой почве на флювиогляциальных песках и двучленных отложениях, в сосняке кустарниково-гравилатовом ($СД_3$), при расстоянии 2,00 м между модельными деревьями, дуб (поздно распускающейся фенологической формы) к 121 году имеет $D = 24,1$ см и $H = 22,8$ м. Сосна к 133 годам имеет $D = 43,2$ см и $H = 30,6$ м. Площадь проекции кроны сосны составила $34,6$ м², а дуба – $51,8$ м². Перекрытие площади проекций крон сосны и дуба – $24,0$ м². Дуб имеет два выраженных максимума текущего прироста по высоте и диаметру в 20 и 70 лет. Сосна также имеет два максимума текущего прироста по высоте в 30 и 80 лет, по диаметру в 30 и 70 лет. Сосна начиная с 60 лет превышает по текущему приросту по высоте дуб в 2–3 раза.

На расстоянии 2,00 м в данных условиях произрастания у дуба с сосной складываются конкурентные взаимоотношения.

На дерново-подзолистых почвах, на слоистых отложениях приледникового озера и флювиогляциального песка, подстилаемых опесчанной мореной, в дубняке лещиново-костяничном ($СД_2$), при расстоянии от центра ствола сосны до центра ствола дуба 3,75 м, дуб семенного происхождения (поздно распускающейся феноформы) к 76 годам имеет $D = 34,3$ см и $H = 26,8$ м. Сосна к 71 году имеет $D = 44,3$ см

и $H = 30,0$ м. Площадь проекции кроны сосны составила $51,5$ м², а дуба – $34,5$ м². Перекрытие площади проекций крон сосны и дуба – $0,8$ м². У дуба образуется компактная крона, и он растёт в одном ярусе с сосной. У сосны и дуба до 40 лет совпадают максимумы текущего прироста по высоте и диаметру. В 10 лет максимум текущего прироста по высоте у сосны и дуба почти одинаковый по величине. Дуб в 40 лет превышает сосну по текущему приросту в высоту на 7%. По текущему приросту по диаметру сосна на всём промежутке времени сохраняет преимущество перед дубом, увеличивая его от 2% в 10 лет до 46% в 70 лет.

В данных условиях произрастания у сосны с дубом на большем промежутке времени наблюдается индифферентность.

В дубняке лещиново-костяничном ($СД_2$), при расстоянии от центра ствола сосны до центра ствола дуба 3,50 м, дуб семенного происхождения (поздно распускающейся феноформы) к 73 годам имеет $D = 27,3$ см и $H = 26,5$ м. Сосна к 69 годам имеет $D = 39,0$ см и $H = 31,3$ м. Площадь проекции кроны сосны составила $22,0$ м², а дуба – $18,5$ м². Перекрытие площади проекций крон сосны и дуба – $0,5$ м². У сосны совпадают максимумы текущего прироста по высоте и диаметру в 20 лет. У дуба максимум текущего прироста по высоте в 40 лет, максимум текущего прироста по диаметру в 10 лет. На протяжении 30 лет сосна превышает по текущему приросту в высоту дуб и лишь в 40 лет уступает на 49%, в 50 лет на 18%. С 60 до 70 лет сосна превышает по текущему приросту в высоту дуб на 51%.

Таблица 2

Ход роста модельных деревьев сосны и дуба

Показатель	Возраст, лет								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Сосна 79 лет, $D_{1,3} = 36,8$ см, $H = 29,0$ м									
$D_{1,3}$, см	2,0	10,6	17,4	23,4	26,3	28,7	31,3	33,1	–
Z_d^* , см	2,0	8,6	6,8	6,0	2,9	2,4	2,6	2,0	–
H , м	4,00	11,00	16,00	21,29	24,00	25,96	27,56	29,00	–
Z_h^* , м	4,00	7,00	5,00	5,29	2,71	1,96	1,60	1,60	–
Дуб 89 лет, $D_{1,3} = 43,1$ см, $H = 31,0$ м									
$D_{1,3}$, см	3,9	11,6	15,9	19,2	23,5	27,7	32,2	36,8	39,9
Z_d^* , см	3,9	7,7	4,3	3,3	4,3	4,2	4,5	4,6	3,4
H , м	4,22	8,34	12,12	17,00	21,00	23,91	26,73	29,00	31,00
Z_h^* , м	4,22	4,12	3,78	4,88	4,00	2,91	2,82	2,27	2,00

В данных условиях произрастания, у сосны с дубом, складываются конкурентные взаимоотношения, а с 40 лет они меняются на индифферентные.

В сосняке лещиново-костяничном ($СД_2$), при расстоянии от центра ствола сосны до центра ствола дуба 3,50 м, дуб семенного происхождения (поздно распускающейся феноформы) к 86 годам имеет $D = 35,3$ см и $H = 28,2$ м. Сосна к 82 годам имеет $D = 40,5$ см и $H = 34,4$ м. Проекция кроны сосны составила $26,0$ м², а дуба – $29,5$ м². Перекрытие проекций крон сосны и дуба отсутствует. У сосны и дуба в 20 лет совпадают максимумы текущего прироста по диаметру. В течение 40 лет сосна превышает по текущему приросту по диаметру дуб. С 50 до 60 лет ситуация меняется в пользу дуба с превышением на 65 % по текущему приросту по диаметру, с 70 до 80 лет сосна превышает дуб на 56 %. По текущему приросту по высоте у сосны наблюдается один максимум в 30 лет с дальнейшим понижением прироста, у дуба выражено два максимума – в 10 лет и 40 лет.

В данных условиях произрастания у дуба складываются индифферентные взаимоотношения с сосной. Дуб в большей степени проявляет себя как виолент, а у сосны происходит смещение от виолента к пациенту.

В сосняке лещиново-костяничном ($СД_2$), при расстоянии от центра ствола сосны до центра ствола дуба (на уровне земли) – 3,70 м, дуб семенного происхождения (поздно распускающейся феноформы) к 89 годам имеет $D = 43,1$ см и $H = 31,0$ м. Сосна

к 79 годам имеет $D = 36,8$ см и $H = 29,0$ м. Площадь проекции кроны сосны составила $35,0$ м², а дуба – $69,0$ м². Перекрытие площади проекций крон сосны и дуба составляет $17,0$ м². Ход роста в высоту показывает, что у сосны в 20 лет наблюдаются максимумы текущего прироста по диаметру и высоте. Для дуба в 10 и 40 лет характерны максимумы текущего прироста по высоте, а в 20 лет – максимум текущего прироста по диаметру (табл. 2).

С 50 лет наблюдается превосходство дуба над сосной по текущему приросту по высоте и диаметру на 40 %. В данных условиях произрастания у дуба складываются индифферентные взаимоотношения с сосной.

Выводы

На основании исследования 24 модельных деревьев сосны и дуба можно сделать предварительные выводы, что в условиях сложных суборей и дубрав произрастание дуба с сосной возможно в одном ярусе. Благоприятные условия для роста дуба складываются в результате его возрастного и пространственного преимуществ по отношению к сосне. Площадь проекции кроны дуба чаще превышает в 1,5–3 раза площадь проекции кроны сосны. Сосна является конкурентом и проявляет повышенные темпы прироста по высоте и диаметру, по отношению к дубу, в возрасте 10–30 лет. Дуб более активно растет после 40 лет. С 60–80 лет дуб постепенно увеличивает скорость прироста по высоте. В 90–100 лет сосна уступает по темпам прироста по высоте

и диаметру дубу, который в свою очередь выходит в верхнюю часть полога насаждения. На слабодерновой среднеподзолистой почве между дубом и сосной складываются конкурентные взаимоотношения. На слабодерновой подзолистой почве на флювиогляциальных песках и двучленных отложениях, между дубом и сосной складываются конкурентные взаимоотношения, переходящие с возрастом в индифферентные. С продвижением на юг Брянского лесного массива, на дерново-подзолистых почвах, подстилаемых опесчаненной мореной, и серой лесной среднесуглинистой почве, взаимоотношения между дубом и сосной приобретают индифферентный характер.

Список литературы

1. Коротков С.А., Захаров В.П. Особенности естественного возобновления дуба на территории Орехово-Зуевского лесничества Московской области // Лесной вестник. 2019. № 5. С. 22–29. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-5-22-29.
2. Potapenko S.A., Zakharov V.P. Natural Regeneration Peculiarities of Oak in Orekhovo-Zuevo Forestry, Moscow Region // Forestry Bulletin. 2019. № 5. P. 22–29 (in Russian).
3. Потепенко А.М., Серенкова В.А. Анализ естественного возобновления леса в сосновых насаждениях ГЛХУ «Лунинецкий лесхоз» после проведения первого приема равномерно-постепенных рубок // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2017. № 1 (192). С. 9–13.
4. Potapenko A.M., Serenkova V.A. Analysis of natural renewal of the forest in pine plantations of «Luninetsky forestry» after the first reception of evenly-gradual felling // Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoye khozyaystvo, prirodopol'zovaniye i pererabotka vozobnovlyayemykh resursov. 2017. № 1 (192). P. 9–13 (in Russian).
5. Потепенко А.М., Старшикова Л.В. Влияние освещенности на естественное возобновление дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) под пологом лесных насаждений // Вестник МГПУ имени И.П. Шамякина. 2016. № 1 (47). С. 76–81.
6. Potapenko A.M., Starikova L.V. Influence of light on natural regeneration of oak (*Quercus robur* L.) under the canopy of forest stands // Vestnik MGPU imeni I.P. Shamyakina. 2016. № 1 (47). P. 76–81 (in Russian).
7. Сухоруков А.С. Успешность роста и состояния сосны в смешанных культурах // Вестник МГУЛ. Лесной вестник. 2010. № 1. С. 17–20.
8. Sukhorukov A.S. Success of growth and condition of pine trees in mixed cultures // Vestnik MGUL. Lesnoy vestnik. 2010. № 1. P. 17–20 (in Russian).
9. Стороженко В.Г., Чеботарёва В.В., Чеботарёв П.А. Формирование структуры дубовых насаждений естественного и искусственного происхождения // Лесохозяйственная информация. 2019. № 2. С. 46–54. DOI: 10.24419/LNI.2304-3083.2019.2.04.
10. Storozhenko V.G., Chebotareva V.V., Chebotarev P.A. Formation of the structure of oak plantations of natural and artificial origin // Lesokhozyaystvennaya informatsiya. 2019. № 2. P. 46–54 (in Russian).
11. 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.
12. Prutskoy A.V. Reforestation of biologically stable pine-oak stands // The role of educational and experimental forestry enterprises of higher education institutions of Russia in the training of personnel for the forest sector: materials of scientific and practical conf. Bryansk: BGITU, 2017. P. 138–142 (in Russian).
13. Решетников В.Ф., Сторожишина К.М. Изучение межвидового влияния дуба и сосны как научная основа выращивания смешанных фитоценозов // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2014. № 1 (165). С. 88–90.
14. Reshetnikov V.F., Storogishina K.M. The study of interspecific effects of oak and pine trees as a scientific basis for cultivation of mixed plant communities // Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoye khozyaystvo, prirodopol'zovaniye i pererabotka vozobnovlyayemykh resursov. 2014. № 1 (165). P. 88–90 (in Russian).
15. Андреева Е.Н., Баккал И.Ю., Горшков В.В. Методы изучения лесных сообществ: монография. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
16. Andreeva E.N., Bakka I.Y., Gorshkov V.V. Methods of studying forest communities: monograph. SPb.: NIIXimii SPbSU, 2002. 240 p. (in Russian).
17. Ильчуков С.В. Обработка древесных срезов и ядер для проявления годичных колец // Лесное хозяйство. 1997. № 6. С. 26–27.
18. Ilchukov S.V. Processing of wood sections and cores for the development of annual rings // Lesnoye khozyaystvo. 1997. № 6. P. 26–27 (in Russian).