

pri pererabotke organicheskikh othodov v netradicionnye udobreniya [Use of the biomaking active additives when processing organic waste in nonconventional fertilizers] *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*. [Bulletin of the Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature use] 2012, no 1(15), pp. 74-84. (In Russian).

7. Solovev V. M., Sannikova O. N., Solovev M. V. *Osobennosti rosta i differenciacii odnovozrastnykh drevesnykh rastenij v pervye gody zhizni na odnorodnom substrate* [Features of growth and differentiation of even-aged wood plants in the first years of life on a uniform substratum] *Lesnoj vestnik*. [Forest Herald] 2007, no 8, pp. 58-62. (In Russian).

8. Stolyarov D. P., Poluboyarinov O. I., Dekatov A. A. *Ispol'zovanie kernov drevesiny v lesovodstvennykh issledovaniyakh* [Use of cores of wood in lesovodstvenny researches] Leningrad, 1988, 43 p. (In Russian).

9. Blouin V. M., Schmidt M. G., Bulmer C. E., Krzic M. Effect of compaction and water content on Lodgepole pine seedlings growth. *Forest Ecology and Management*. 2008, Vol. 255, pp. 2444-2452.

10. Chad Lincoln M. et al. Soil change and loblolly pine (*Pinus taeda*) seedlings growth following site preparation tillage in the Upper Coastl plain of the southeastern United States. *Forest Ecology and Management*, 2007, Vol. 242, pp. 558-568.

11. Choi D. S. [et al.] Effect of soil acidification on the growth of Korean pine (*Pinus koraiensis*) seedlings in a granite-derived forest soil *Environ Sci.*, 2005, Vol. 12(1), pp. 34-47.

12. Derbina M. A. Growing of seedlings in closed soil with addition of biohumus. *Journal of International of Scientific Publication Ecology Safety*. Bulgaria, 2013, Vol. 7, Part 4, pp. 61-73.

13. Ivanova N. S., Ermakova M. V., Solotova E. S. Features of Boreal Forest In Russia: A Special Study. At: *Autoecology and Ecophysiology of Woody Shrubs and Trees: Fundamental Concept and their Applications*. Wiley Online Library, 2016, pp. 285-311.

Сведения об авторе

Ермакова Мария Викторовна – старший научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», доктор сельскохозяйственных наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: M58_07E@mail.ru.

Information about author

Ermakova Marya Victorovna – Senior researcher of the department of technology of logging and woodworking productions, Federal State Budget Education Institution of Science «Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanic Garden», DSc (Agriculture), Yekaterinburg, Russian Federation; e-mail: M58_07E@mail.ru.

DOI: 10.12737/article_5c1a3216139849.97991452

УДК 630*228.0::630*562.2

ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В НАГОРНЫХ ДУБРАВАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ РУБОК УХОДА И МАССОВОГО УСУХАНИЯ ДУБА

кандидат биологических наук **Н. Ф. Каплина**

ФГБУН Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Московская область, Российская Федерация

Информация о взаимоотношениях дуба и сопутствующих пород (в т.ч. при нарушении сомкнутости полога) необходима для понимания механизмов устойчивости и продуктивности дубрав. Исследованиями охвачен 60-летний период, включающий рубки ухода, массовое усыхание дуба и его восстановление на 8 постоянных пробных площадях в южной лесостепи. Рубки ухода сыграли заметную роль в повышении участия дуба в составе 1-го яруса. Это неблагоприятно отразилось на интенсивности его массового усыхания в связи с повреждением листогрызущими насекомыми. Усыхание дуба не зависело от полноты древостоя и состава пород. Его участие в составе резко снизилось в пользу ясени. Положение пород в ряду по убыванию доминирования не изменилось: дуб – ясень – липа – клен. В период рубок

ухода относительный прирост по запасу сопутствующих пород достиг величины прироста дуба лишь в годы разреживания полога. В годы массового усыхания дуба относительный прирост всех пород был сходным минимальным. Согласно динамике этого показателя, ясень и затем клен – успешные конкуренты дуба за освобождающееся пространство. Липа может конкурировать с дубом лишь при его ослаблении. В вариантах с исходным участием дуба в составе до 61 % и его сумме площадей сечений до $15 \text{ м}^2\text{га}^{-1}$ усыхание дуба было слабым и умеренным. Снижение прироста дуба с избытком компенсировалось сопутствующими породами, в первую очередь ясенем. При исходных показателях дуба от 72 % и $18 \text{ м}^2\text{га}^{-1}$ его усыхание было значительно интенсивней, а снижение прироста не было компенсировано.

Ключевые слова: дуб и сопутствующие породы, прирост по запасу, рубки ухода, массовое усыхание дуба.

DYNAMICS OF PRODUCTIVITY OF WOOD SPECIES IN UPLAND OAK FORESTS UNDER THE INFLUENCE OF THINNING AND MASS DRYING CUTTING

PhD (Biology) N. F. Kaplina

FSBIC Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences,
Uspenskoe village, Moscow region, Russian Federation

Abstract

Information about the relationship between oak and related species (including violation of canopy closure) is necessary to understand the mechanisms of stability and productivity of oak forests. Research has covered a 60-year period, including thinning, mass drying of oak and its restoration on 8 permanent test plots in the southern forest-steppe. Thinning has played a significant role in increasing the participation of oak in the 1st story. This has adversely affected the intensity of its mass drying due to the damage by leaf-eating insects. Drying of oak did not depend on the stand density and species composition. Its participation in the composition has sharply declined in favor of ash. The position of the species in a row in a descending degree of dominance has not changed: oak - ash - linden - maple. During the period of thinning, the relative increase in the stock of accompanying species reached the value of oak growth only in the years of canopy thinning. In the years of mass drying of oak, the relative increase in all species was similar minimal. According to the dynamics of this indicator, ash and then maple are successful competitors for oak for the vacated space. Linden can compete with oak only when it is weakened. In variants with the initial participation of oak in the composition up to 61% and its sum of areas of sections up to $15 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, drying out of oak has been weak and temperate. The decrease in the growth of oak has been compensated by accompanying species, primarily ash. With the initial indicators of oak from 72% and $18 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, its drying has been much more intensive, and the decrease in gain has not been compensated.

Keywords: oak and related species, increase in stock, thinning, mass drying of oak.

В смешанных насаждениях при удачном породном составе можно ожидать ускорения роста и повышения общей производительности по сравнению с чистыми. Смешанные насаждения более устойчивы ко многим неблагоприятным факторам, в т.ч. насекомым филофагам и грибным болезням [1]. Смешанные дубравы более производительны и устойчивы, чем чистые по составу [2].

В объекте исследования – нагорных лесах – без проведения рубок ухода дуб уступает позиции своим спутникам, в первую очередь ясеню. С 50 лет дуб при условии низкой плотности его популяции существует практически без отпада до 150-200 лет [3]. По конкурентоспособности (согласно комплексу признаков, в т.

ч. максимальным запасу и текущему приросту) дуб и ясень значительно превосходят клен остролистный и липу. Для дуба характерна наименьшая толерантность. Ясень, клен остролистный и липа близки по толерантности. Таким образом, дуб и ясень доминируют в древостое, а клен и липа являются субдоминантами [4].

В Европе большое внимание уделяется продуктивности дубово-буковых древостоев. В худших условиях произрастания их продуктивность по сравнению с чистыми по составу оказалась выше, в то время как в лучших условиях была сходна (Германия, Швейцария и Польша) [5]. Та же закономерность наблюдается в Центральной Европе при изменениях климатических факторов – снижение конкуренции и усиление взаимо-

помощи в неблагоприятные периоды и обратная тенденция в благоприятные [6]. В Великобритании вследствие засухи дуб улучшил рост, а бук – ухудшил [7]. В то же время прирост дуба возрастает с уменьшением доли бука в составе и повышением бонитета (Франция) [8].

Знания о взаимоотношениях дуба и сопутствующих пород, в т. ч. при нарушении сомкнутости полога, необходимы для понимания фитоценологических механизмов устойчивости и продуктивности дубрав.

Цель работы – изучить динамику вклада дуба и сопутствующих пород в продуктивность 1-го яруса нагорных дубрав южной лесостепи под воздействием рубок ухода, массового усыхания дуба и в восстановительный период.

Объекты и методы

Постоянные пробные площади (ППП) заложены в 1954 г. под руководством А.А. Молчанова в рамках опыта по влиянию рубок ухода на продуктивность сложных смешанных нагорных дубрав южной лесостепи (квартал 3 Теллермановского опытного лесничества Института лесоведения РАН, Воронежская область). Площадь вариантов опыта: ППП 8-11 – по 0,5 га, ППП 12-15 – по 0,25 га. Каждая ППП находится в центре участка леса с таким же способом и интенсивностью рубки [9].

Насажение – естественного происхождения, осоково-снытевого типа леса на темно-серых лесных тяжелосуглинистых почвах. Дуб черешчатый – семенного происхождения, в основном поздней фенологической формы. Прочие породы – преимущественно порослевого происхождения. В 1-м ярусе после дуба наиболее представлен ясень обыкновенный, липа мелколистная и клен остролистный, единично встречались ильм и береза, к настоящему времени практически выпавшие из состава. Второй и третий ярус образуют дуб, ясень, липа, клены остролистный и полевой, ильм. Значительное повреждение листогрызущими насекомыми наблюдалось с конца 1960-х гг. Наиболее массовым отпад дуба был в 1976-1979 гг.

На ППП сотрудники Института лесоведения РАН пронумеровали деревья, периодически измеряли их диаметры и высоты, фиксировали год усыхания. Таксационные показатели 1-го яруса древостоев до 1964 г. заимствованы из [9]. Таксационные показатели за 1971-1998 гг. рассчитаны по архивным материалам

сплошных обмеров диаметров. Высоты в 1971-1985 гг. рассчитаны по уравнению, полученному для деревьев 22-77-летнего возраста в квартале 6, того же класса бонитета. Показатели за 2012-2015 гг. получены по собственным сплошным измерениям диаметров и выборочным – высот. Объемы стволов в 1971-2015 гг. вычислены по уравнению для модельных деревьев 48-81-летнего возраста в квартале 6. При расчете прироста за 1964-1975 гг. учитывали систематическое отклонение расчетных запасов от приведенных в [9] в среднем на 4,5 %. Прирост по запасу вычисляли как сумму отпада и изменения запаса за расчетные периоды.

Значимость различий показателей на уровне $\alpha=0.05$ оценивали с помощью дисперсионного анализа в Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Высоты всех изученных древостоев близки к средним значениям I класса бонитета. Основные таксационные характеристики 1-го яруса древостоев в 61-, 75- и 102-105-летнем возрасте приведены в табл. 1. 60-летняя динамика запаса стволов 1-го яруса и отдельно дубового элемента леса описана в [10].

Изученная 60-летняя динамика дубрав включает три периода с различиями во взаимоотношениях дуба и его спутников: рубок ухода (1955-1975 гг.), массового усыхания дуба (1976-1985 гг.) и восстановления (1986-2015 гг.). Рубки ухода, сначала производственные (1938 г.), а затем опытные, сыграли заметную роль в повышении участия дуба в составе и последующем увеличении его запаса. Так, доля дуба по запасу в 1971 г. на контроле составила 52 %, а в четырех древостоях с наибольшим участием дуба – 72-93 % (табл. 1). На всех ППП в период массового усыхания наблюдалось резкое снижение участия дуба в составе в основном в пользу ясеня. При этом конкуренция с ясенем не была причиной усыхания дуба – на наиболее пострадавших ППП исходное участие ясеня было ниже (5-20 %), чем на остальных (20-43 %). Полнота и запас 1-го яруса также не повлияли на усыхание дуба. В восстановительный период участие дуба в составе на большинстве ППП продолжало несколько снижаться.

Поскольку диаметр ствола взаимосвязан с высотой дерева, диаметром его кроны и жизненным состоянием [11], он является важным показателем конкурентоспособности. В начале наблюдений средние

Динамика таксационных показателей 1-го яруса на ППП с различной интенсивностью отпада
в период массового усыхания дуба

ППП – Способ рубок – Отпад дуба	Год	А	М	Состав по запасу	$D_{дуба}$	K_D		
						Ясень	Липа	Клен о.
12 – комб. сильные – 20	1971	61	184	80Д 20Яс	27.8	95	-	-
	1985	75	233	75Д 25Яс	32.4	100	-	-
	2015	105	370	65Д 35Яс	41.8	105	-	-
15 – контроль – 29	1971	61	291	52Д 25Яс 11Лп 8Б 4Ко	23.6	86	80	75
	1985	75	345	46Д 29Яс 12Лп 8Б 5Ко	27.3	88	76	75
	2015	105	431	40Д 33Яс 11Лп 9Б 7Ко	38.4	83	66	64
10 – комб. умеренные – 37	1971	61	257	61Д 31Яс 7Лп 1Ко	25.0	83	108	76
	1985	75	270	55Д 35Яс 9Лп 1Ко	29.8	82	108	81
	2013	103	422	47Д 43Яс 9Лп 1Ко	39.7	83	103	79
8 – комб. слабые – 40	1971	61	269	57Д 23Яс 9Лп 11Ко	27.0	78	93	84
	1985	75	285	46Д 32Яс 11Лп 11Ко	32.3	79	87	82
	2013	103	473	47Д 34Яс 9Лп 11Ко	42.3	87	80	83
11 – комб. средние – 41	1971	61	229	45Д 30Яс 23Лп 2Ко	24.7	86	90	98
	1985	75	278	34Д 38Яс 25Лп 3Ко	30.1	87	87	97
	2014	104	475	32Д 41Яс 24Лп 3Ко	41.0	91	77	94
14 – комб. слабые – 58	1971	61	263	72Д 20Яс 5Лп 2Б 1Ко	25.3	85	87	-
	1985	75	228	54Д 34Яс 8Лп 1Б 3Ко	30.9	85	80	-
	2015	105	393	52Д 38Яс 8Лп 2Б	39.4	88	77	-
9 – низовые умеренные – 64	1971	61	248	84Д 15Яс 1Ко	24.9	96	-	92
	1985	75	168	68Д 30Яс 2Ко	29.7	99	-	103
	2012	102	289	67Д 31Яс 2Ко	39.7	97	-	83
13 – комб. сильные – 67	1971	61	221	93Д 5Яс 2Лп	25.8	85	73	-
	1985	75	134	80Д 14Яс 6Лп	30.1	95	73	-
	2015	105	255	74Д 19Яс 7Лп	39.3	105	74	-

Обозначения. Отпад дуба – за период 1976-1985 гг. относительно запаса дуба в начале 1976 г., %; комб. – комбинированные; А – возраст, лет; М – запас 1-го яруса, м³ га⁻¹; $D_{дуба}$ – среднеквадратический диаметр дуба, см; K_D – среднеквадратический диаметр сопутствующей породы, % диаметра дуба. Прочерк – нет данных

диаметры ясеня, липы и клена были сходны, составляя в среднем около 87, 89 и 85 % диаметра дуба соответственно. Сильное разреживание древостоя рубками ухода (ППП 12, 13) ясень использовал более активно, чем дуб, обгоняя последний по среднему диаметру ствола. К концу наблюдений средние диаметры ясеня, липы и клена составили относительно диаметра дуба 93, 79 и 81 %. Средняя высота дуба перед массовым усыханием (23,5 м) была значительно выше, чем со-

путствующих пород (22,5 м). В конце наблюдений высота дуба и ясеня примерно одинакова – около 30 м, липы и клена гораздо ниже – около 26 м.

Таким образом, по доминированию в 1-м ярусе (участию в запасе, средним диаметром и высоте) породы можно расположить в ряду по убыванию: дуб – ясень – липа – клен, и лишь в конце восстановительного периода клен обгоняет липу по диаметру.

Сумму площадей сечений стволов можно рас-

считать как показатель плотности ценопопуляции. Массовое усыхание дуба было тем интенсивнее, чем выше была его исходная плотность (рис. 1, а). Это объясняется основной причиной усыхания – повреждением дуба листогрызущими насекомыми.

В восстановительный период плотность дуба достигла исходных величин только на ППП – 12, 8 и 11. В наиболее густых древостоях, хотя и умеренно пострадавших (ППП 10 и 15), более медленное восстановление полноты дуба объясняется его повышенным отпадом (особенно в засушливые годы после 1998 г.). Это согласуется с выводом моделирования (на основе дендрохронологических и метеорологических данных) о повышении адаптации к засухе высокоствольных дубрав (*Quercus petraea*) с помощью рубок ухода [12].

Плотность сопутствующих пород (рис. 1, б) после 1976 г. возрастала на всех ППП с близкой интенсивностью, кроме наиболее густого – контрольного древостоя (ППП 15). В результате общая плотность 1-го яруса не смогла восстановиться только на наиболее сильно пострадавших от усыхания дуба, с наименьшей долей сопутствующих пород ППП 9 и 13. Напротив, на умеренно пострадавших, с наибольшей долей сопутствующих пород ППП 11 и 8 плотность 1-го яруса превысила исходную. Успешное восстановление продуктивности дубрав согласуется с мнением, что уменьшение участия дуба в высокобонитетных дубравах не приводит к их деградации, а их устойчивость повышается [13].

Минимум радиального прироста дуба пришелся

на 1972-1979 гг., усыхание дуба завершилось к 1982 г., восстановление крон – к 1987 г. [14]. Относительный прирост по запасу дуба (рис. 2, а) в период рубок ухода снижался на всех ППП. В 1971-1985 гг. наблюдался минимум этого показателя. На ППП 14, 9 и 13, наиболее сильно пострадавших от массового усыхания дуба, в 1980-1985 гг. относительный прирост дуба был значительно меньше, чем на остальных ППП. Динамика относительного прироста сопутствующих пород (рис. 2, б) имела иной характер. Их прирост на ППП, пройденных рубками до средней интенсивности, достигал максимумов в годы разреженного полога (в 1955-1959 гг. и 1964-1971 гг. после рубок и в 1976-1979 гг. в годы массового усыхания) и минимумов в последующие годы. Это говорит как о подчиненном положении сопутствующих пород (очевидно, в результате комбинированных рубок), так и об их потенциальной конкурентоспособности. Так, на ППП 15 (контроль) и сильно изреженных ППП 12 и 13 до начала массового усыхания дуба динамика прироста сопутствующих пород была сходна с динамикой дуба. Затем, так же как и на других ППП, наблюдался максимум прироста сопутствующих пород. В период восстановления относительный прирост дуба мало различается по ППП, составляя в среднем 2,3-3,0 % в год (в 1986-1998 гг. он в 2 раза выше, чем в засушливые 1999-2015 гг.). Относительный прирост сопутствующих пород изменяется в более широких пределах – 2,3-5,2 % в год, в обратной зависимости от полноты 1-го яруса, что также указывает на их подчиненное положение в пологе.

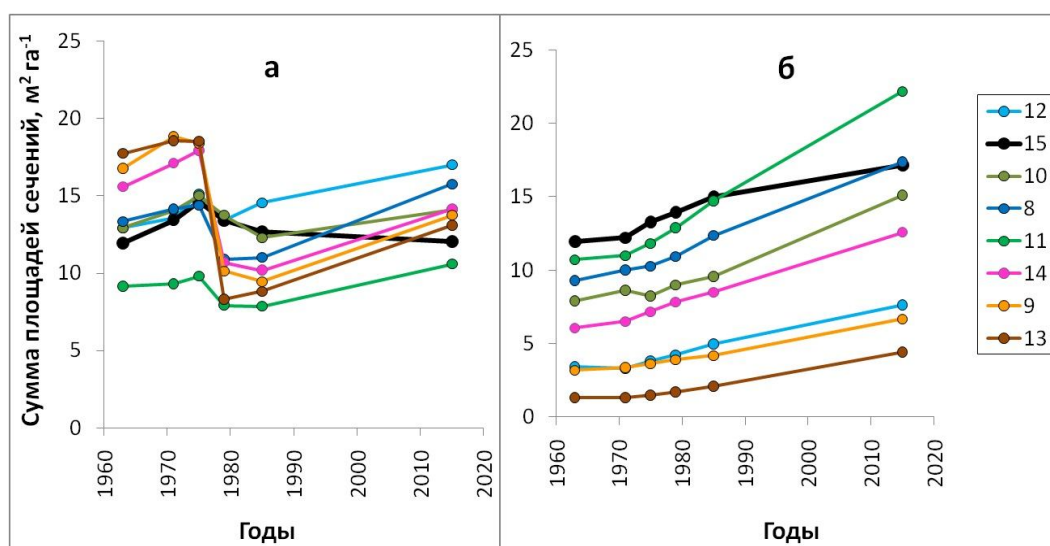


Рис. 1. Динамика суммы площадей сечений дуба (а) и сопутствующих пород (б) 1-го яруса

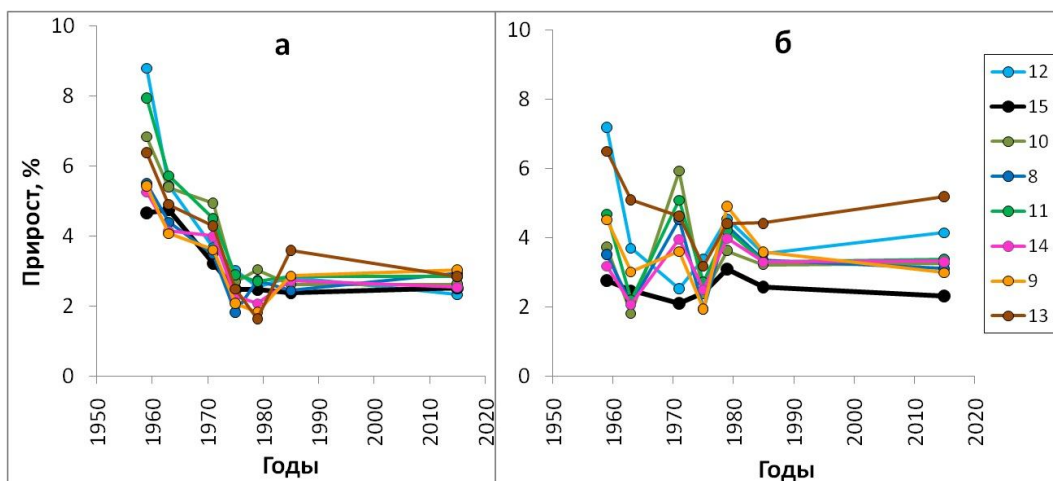


Рис. 2. Динамика относительного прироста по запасу дуба (а) и сопутствующих пород (б) на ППП
Данные приведены на конец расчетного интервала

Относительный прирост по запасу различных пород характеризует потенциал их конкурентоспособности (рис. 3). В первые три расчетных периода приведены данные для сопутствующих пород в целом, тем не менее, они отражают в основном динамику ясеня, как наиболее представленного в составе. После рубок ухода в 1955 г. в течение 10 лет дуб занимал лидирующее положение по этому показателю. В следующие 10 лет (после рубок 1963 г.) относительные приросты дуба и сопутствующих пород одинаковы при его минимуме – у дуба вследствие ослабления листогрызущими насекомыми и засухой, а у сопутствующих пород из-за смыкания полога и засухи. В годы наиболее интенсивного массового усыхания дуба (1976-1979 гг.) относительный прирост сопутствующих пород,

особенно ясеня и клена, возрастает, а дуба остается минимальным. В следующие годы разрыв между дубом и другими породами по этому показателю уменьшается (возрастает у дуба и снижается у прочих пород). Породы располагаются по убыванию этого показателя в ряду: ясень – клен – дуб – липа, и лишь в годы наиболее интенсивного усыхания дуба в 1972-1979 гг. липа его опережает.

Следовательно, ясень, а затем клен – успешные конкуренты дуба за освобождающееся пространство полога. Липа может конкурировать с дубом лишь при его ослаблении.

Прирост по запасу в расчете на гектар является показателем продуктивности, из которой складывается общая производительность древостоя. Динамика прироста отражает изменение взаимоотношений дре-

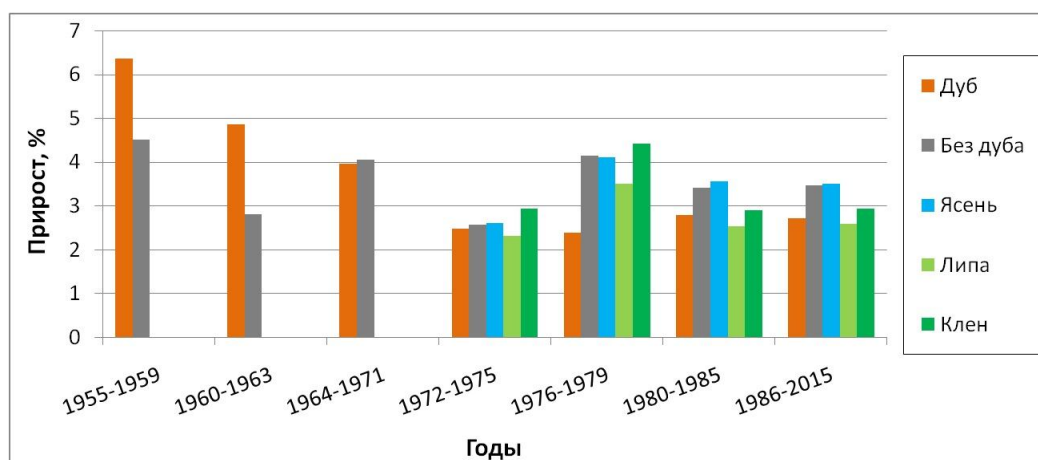


Рис. 3. Динамика относительного прироста по запасу различных древесных пород в среднем по ППП
Данные приведены на конец расчетного интервала

весных пород. В 1955-1963 гг. среднепериодический прирост 1-го яруса составлял 6,8 (ППП 15, контроль) – 7,9 м³ га⁻¹ год⁻¹ (ППП 12 и 13). В восстановительный период 1985-2015 гг. на слабо и умеренно пострадавших от усыхания ППП прирост стал значимо выше исходного (в среднем на 17 %) – 7,9-8,7 м³ га⁻¹ год⁻¹. На сильно пострадавших ППП 14, 9 и 13 и на разреженном рубками ППП 12 прирост значимо снизился (в среднем на 26 %) – 4,4-6,3 м³ га⁻¹ год⁻¹. При этом прирост дуба снизился на всех ППП: на слабо и умеренно пострадавших – на 20 %, на сильно пострадавших – на 46 % (значимое различие).

На рис. 4. показаны примеры динамики продуктивности на ППП: 1-го яруса в целом и по породам. На ППП 15 – контрольной (рис. 4, а) и на слабо и умеренно пострадавших от усыхания ППП 8 (рис. 4, б), 10 и 11 снижение прироста дуба в период массового усыхания с избытком компенсируется увеличением прироста ясеня и в меньшей степени липы и клена. На слабо

пострадавшей от усыхания ППП 12 (рис. 4, в) снижение прироста дуба не компенсировано приростом сопутствующих пород, поскольку здесь рубками ухода оставлено небольшое их количество. На сильно пострадавших ППП 9 (рис. 4, г), 13 и 14 снижение прироста дуба более значительно вследствие интенсивного его отпада, при этом также недостаточна доля сопутствующих пород.

Выводы

1. Рубки ухода сыграли заметную роль в повышении участия дуба в составе 1-го яруса, что неблагоприятно отразилось на интенсивности массового усыхания дуба в связи с повреждением листогрызущими насекомыми.

2. Вследствие массового усыхания дуба его участие в составе резко снизилось в пользу ясеня. Тем не менее, по доминированию в 1-м ярусе положение пород не изменилось (ряд по убыванию): дуб – ясень – липа – клен.

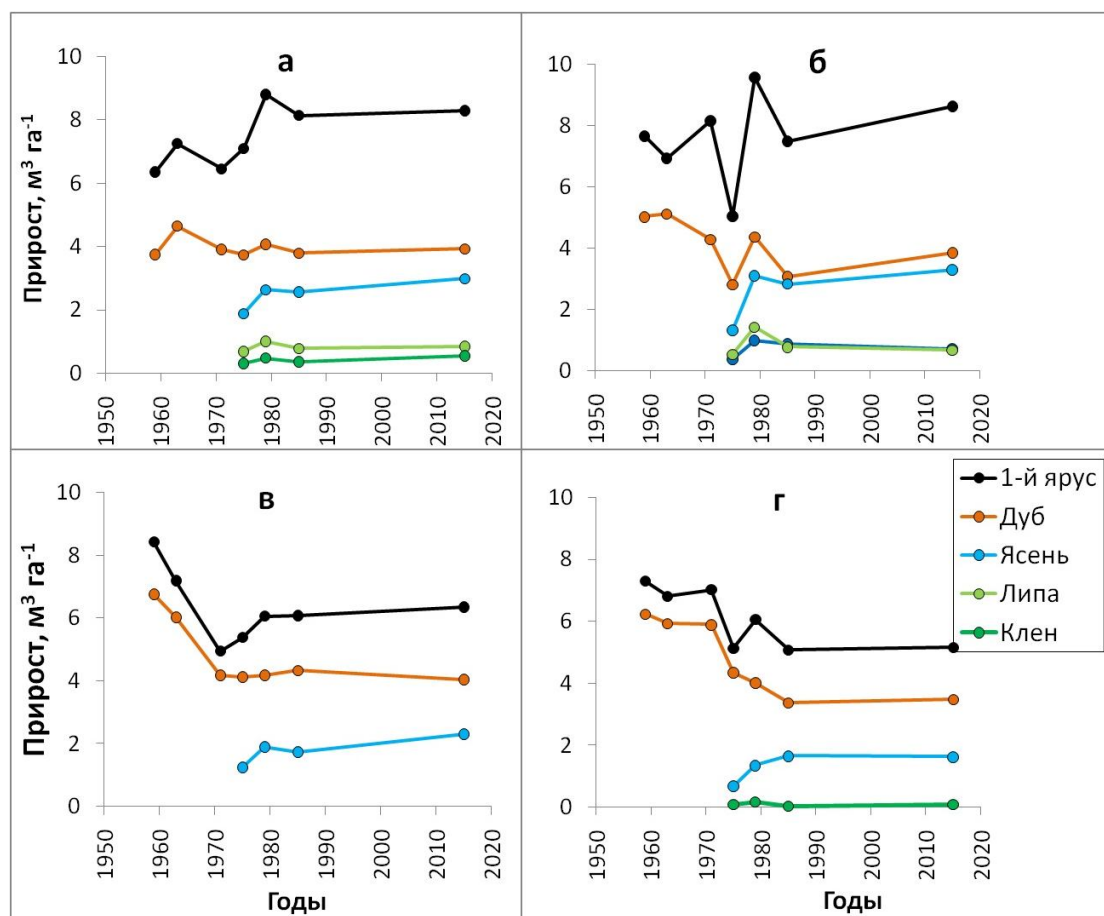


Рис. 4. Динамика прироста по запасу 1-го яруса и слагающих его пород на ППП с различным исходным участием дуба в составе. Данные приведены на конец расчетного интервала

3. Согласно динамике относительного прироста по запасу, сопутствующие породы в период рубок ухода находились в подчиненном положении. Ясень и клен показали себя успешными конкурентами дуба за освобождающееся пространство, а липа – лишь при ослаблении дуба.

4. В итоге наибольшие запас и прирост по запасу достигнуты при исходном участии дуба в

составе до 61 % и его сумме площадей сечений до $15 \text{ м}^2\text{га}^{-1}$. В этих вариантах усыхание дуба было слабым и умеренным, а снижение его продуктивности с избытком компенсировалось породами-спутниками (в первую очередь ясенем). При исходных показателях дуба от 72 % и $18 \text{ м}^2\text{га}^{-1}$ его усыхание было значительно интенсивней, а снижение его прироста не было компенсировано.

Библиографический список

1. Ткаченко, М. Е. Общее лесоводство [Текст] / М. Е. Ткаченко. – 2-е изд. – М., Л. : Гослесбумиздат, 1952. – 599 с.
2. Бугаев, В. А. Дубравы лесостепи [Текст] : моногр. / В. А. Бугаев, А. Л. Мусиевский, В. В. Царалунга. – Воронеж, 2013. – 247 с.
3. Экосистемы Теллермановского леса [Текст] / под ред. В. В. Осипова. – М. : Наука, 2004. – 340 с.
4. Евстигнеев, О. И. Популяционные стратегии видов деревьев [Текст] / О. И. Евстигнеев // Восточноевропейские леса: История в голоцене и современность. – М. : Наука, 2004. – Кн. 1. – С. 176-205.
5. Productivity of mixed versus pure stands of oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) along an ecological gradient [Text] / H. Pretzsch [et al.] // European Journal of Forest Research. – 2013. – Vol. 132. – № 2. – P. 263-280.
6. Del Río, M. Temporal variation of competition and facilitation in mixed species forests in Central Europe [Text] / M. del Río, G. Schütze, H. Pretzsch // Plant Biology. – 2014. – Vol. 16. – № 1. – P. 166-176.
7. Extreme drought alters competitive dominance within and between tree species in a mixed forest stand [Text] / L. Cavin, E. P. Mountford, G. F. Peterken, A. S. Jump // Functional Ecology. – 2013. – Vol. 27. – № 6. – P. 1424-1435.
8. Hein, S. Effect of species composition, stand density and site index on the basal area increment of oak trees (*Quercus* sp.) in mixed stands with beech (*Fagus sylvatica* L.) in northern France [Text] / S. Hein, J-F. Dhôte // Annals of forest science. – 2006. – Vol. 63. – № 5. – P. 457-467.
9. Соловьев, А. А. Эффективность рубок ухода разной интенсивности в дубовых древостоях [Текст] / А. А. Соловьев // Взаимоотношения компонентов биогеоценоза в лиственных молодняках. – М. : Наука, 1970. – С. 225-235.
10. Истомина, Я. Г. 60-летняя динамика нагорных дубрав южной лесостепи в связи с рубками ухода и массовым усыханием дуба [Текст] / Я. Г. Истомина, Н. Ф. Каплина // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2018. – № 2 (38). – С. 41-51.
11. Каплина, Н. Ф. Морфология крон и состояние дуба черешчатого в средневозрастных насаждениях лесостепи [Текст] / Н. Ф. Каплина, Н. Н. Селочник // Лесоведение. – 2009. – № 3. – С. 32-42.
12. Forecasting tree growth in coppiced and high forests in the Czech Republic. The legacy of management drives the coming *Quercus petraea* climate responses [Text] / M. Stojanovića [et al.] // Forest Ecology and Management. – 2017. – Vol. 405. – P. 56-68.
13. Лямцев, Н. И. Влияние насекомых-фитофагов на состав и структуру лесов [Текст] / Н. И. Лямцев // Восточноевропейские леса: История в голоцене и современность. – М. : Наука, 2004. – Кн. 1. – С. 364-381.
14. Ильюшенко, А. Ф. Формирование вторичной кроны дуба и ее роль в динамике состояния древостоев [Текст] / А. Ф. Ильюшенко, М. Г. Романовский // Лесоведение. – 2000. – № 3. – С. 65-72.

References

1. Tkachenko M. E. *Obshcheye lesovodstvo* [General Forestry]. Moscow – Leningrad, 1952, 599 p. (In Russian).
2. Bugayev V. A., Musiyevskiy A. L., TSaralunga V. V. *Dubravyy lesostepi* [Oak forests of forest steppe]. Voronezh, 2013, 247 p. (In Russian).

3. *Ekosistemy Tellermanovskogo lesa* [Ecosystems of the Tellerman Forest]. Ed. by V. V. Osipov. Moscow, 2004, 340 p. (In Russian).
4. Evstigneyev O. I. *Populyatsionnyye strategii vidov derev'yev* [Population strategies of tree species] // *Vostochnoevropeyskiye lesa: Istoriya v golotsene i sovremennost'* [Eastern European forests: history in the Holocene and modernity]. Moscow, 2004, Bk. 1, pp. 176-205. (In Russian).
5. Pretzsch H. et al. Productivity of mixed versus pure stands of oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) along an ecological gradient European Journal of Forest Research. 2013, Vol. 132, no 2, pp. 263-280.
6. Del Río, M., Schütze G., Pretzsch H. Temporal variation of competition and facilitation in mixed species forests in Central Europe Plant Biology, 2014, Vol. 16, no 1, pp. 166-176.
7. Cavin L., Mountford E. P., Peterken G. F., Jump A. S. Extreme drought alters competitive dominance within and between tree species in a mixed forest stand Functional Ecology, 2013, Vol. 27, no 6, pp. 1424-1435.
8. Hein S., Dhôte J.-F. Effect of species composition, stand density and site index on the basal area increment of oak trees (*Quercus* sp.) in mixed stands with beech (*Fagus sylvatica* L.) in northern France. Annals of forest science, 2006, Vol. 63, no 5, pp. 457-467.
9. Solovyev A. A. *Effektivnost' rubok ukhoda raznoy intensivnosti v dubovykh drevostoyakh* [Efficiency of thinning of different intensity in oak forest stands] *Vzaimootnosheniya komponentov biogeotsenoza v listvennykh molodnyakakh* [Relationships of components of biogeocenosis in deciduous saplings]. Moscow, 1970, pp. 225-235. (In Russian).
10. Istomina Ya. G., Kaplina N. F. *60-letnyaya dinamika nagornyykh dubrav yuzhnoy lesostepi v svyazi s rubkami ukhoda i massovym usykhaniyem duba* [60-year dynamics of the upland stands of *Quercus robur* in the southern forest-steppe in connection with thinning and mass decline] // *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovaniye* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management], 2018, no 2 (38), pp. 41-51.
11. Kaplina N. F., Selochnik N. N. *Morfologiya kron i sostoyanie duba chereschatogo v srednevozrastnykh nasazhdeniyakh lesostepi* [Morphology of crowns and *Quercus robur* state in middle-aged forest-steppe plantations]. *Lesovedeniye* [Russian Journal of Forest Science], 2009, no 3, pp. 32-42. (In Russian).
12. Stojanovića M. et al. Forecasting tree growth in coppiced and high forests in the Czech Republic. The legacy of management drives the coming *Quercus petraea* climate responses. Forest Ecology and Management, 2017, Vol. 405, pp. 56-68.
13. Lyamtsev N. I. *Vliyaniye nasekomykh-fitofagov na sostav i strukturu lesov* [Influence of insects-phytophages on forest composition and structure] *Vostochnoevropeyskiye lesa: Istoriya v golotsene i sovremennost'* [Eastern European forests: history in the Holocene and modernity]. Moscow, 2004, Bk. 1, pp. 364-381. (In Russian).
14. Ilyushenko A. F., Romanovskiy M. G. *Formirovaniye vtorichnoy krony duba i eye rol' v dinamike sostoyaniya drevostoyev* [Development of secondary oak crown and its role in the dynamics of stand condition] *Lesovedeniye* [Russian Journal of Forest Science], 2000, no 3, pp. 65-72. (In Russian).

Сведения об авторе

Каплина Наталья Федотовна – старший научный сотрудник ФГБУН Институт лесоведения РАН, кандидат биологических наук, с. Успенское, Московская область, Российская Федерация; e-mail: kaplina@inbox.ru.

Information about the author

Kaplina Natalia Fedotovna – Senior Researcher of Institute of Forest Science of RAS, PhD (Biology), Uspenskoe, Moscow region, Russian Federation; e-mail: kaplina@inbox.ru.