

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНКУРЕНТНЫХ МЕЖВИДОВЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В ЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЯХ

кандидат сельскохозяйственных наук **Д. А. Данилов**¹

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Н. В. Беляева**²

Т. А. Ищук²

1 – Государственное научное учреждение «Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка» Российской Академии Наук», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

2 – ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Статья посвящена изучению межвидовых отношений древесных пород в смешанных насаждениях березы и ели. Отмечается, что незатухающий колебательный процесс в рядах распределения деревьев по ступеням толщины можно рассматривать как необходимость для формирования устойчивого древостоя. Это позволяет осуществлять поиск оптимального для данного возраста и лесорастительных условий состава древостоя. Устойчивость фитоценоза достигается созданием внутри ценотических условий, в которых через естественный отбор осуществляется своевременное удаление из древостоя отстающих в росте деревьев. Кривые нормального распределений деревьев по диаметру показывают степень ценотической неоднородности данного древостоя. Показатели асимметрии и эксцесса рядов распределения наглядно показывают усиление и ослабление конкурентных взаимоотношений в древостое. Постоянные пробные площади были заложены в разные годы XX века на территории Ленинградской области в Сиверском лесхозе в Карташевском лесничестве в березово-еловых древостоях ксилитного типа леса, достигших в настоящее время возраста сплошной рубки. Исследуя кривые распределения деревьев по ступеням толщины за период постановки опыта, анализируются конкурентные взаимоотношения в смешанных насаждениях и интерпретируются с эколого-лесоводственных позиций. Отмечается, что показатели коэффициентов асимметрии и эксцесса в распределении деревьев по ступеням толщины на данных опытных объектах указывают на необходимость своевременного изреживания лиственного полога. На объектах без ухода показатель положительной асимметрии указывает на ослабление березового яруса к внешним воздействиям. Обострение межвидовых отношений приводит к снижению производительности хвойного яруса и более мелкой товарной структуре его древесины. В производительных условиях произрастания только минимальное участие лиственных пород позволяет свести к минимуму межвидовую конкуренцию. Рекомендуется до возраста сплошной рубки убрать лиственный полог из смешанного хвойно-лиственного насаждения.

Ключевые слова: лиственно-хвойные древостои, ряды распределения по ступеням толщины, асимметрия и эксцесс, конкурентные межвидовые отношения.

DETERMINATION OF COMPETITIVE INTERSPECIFIC RELATIONSHIP IN DECIDUOUS-CONIFEROUS STANDS

PhD in Agriculture **D. A. Danilov**¹

PhD in Agriculture, Associate Professor **N. V. Beliaeva**²

T. A. Ishchuk²

1 – State Scientific Institution «Leningrad Scientific Research Institute of Agriculture «Belogorka» of the Russian Academy of Sciences», Saint-Petersburg, Russian Federation

2 – Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov», Saint-Petersburg, Russian Federation

Abstract

Article examines the interspecific relationships of tree species in mixed stands of birch and spruce. It is noted that continuous oscillatory process in the ranks of the distribution of trees by diameter can be regarded as a necessity for the formation of a stable stand. This allows you to search for the optimal age and growing conditions of the stand. Stability is achieved by creating phytocenosis inside cenotical conditions in which natural selection is carried out through the timely removal of growing stunted trees. Curves of normal distribution by diameter of trees show the degree of cenotic heterogeneity in this stand. Indicators of skewness and kurtosis of distribution series demonstrate strengthening and weakening of competitive relationships in the stand. Permanent plots were established in different years of the twentieth century in the Leningrad region in Siverskoe forestry, in Kartashevsky forestry in birch and spruce stands of sorrel forest type, currently reaching age of clear-cut. Exploring the distribution curves of trees by diameter for the period of the experiment, the competitive relationships in mixed stands are analyzed and they are interpreted from the ecological and silvicultural positions. It is noted that the performance coefficients of skewness and kurtosis in the distribution of trees by diameter for these experienced objects indicate the need for timely thinning of foliage canopy. On objects without caring a positive asymmetry index indicates weakening of birch tier to external influences. Aggravation of interspecific relationships leads to poor performance of coniferous tier and smaller commodity structure of its timber. In productive conditions, only a minimal part of deciduous species allows to minimize interspecific competition. Until the age of clear-cut it is recommended to remove leafy canopy from mixed coniferous-deciduous plantings.

Keywords: deciduous and coniferous forest stands, distribution series by thickness, skewness and kurtosis, competitive interspecific relations.

Введение

В практике лесоводственно-экологических исследований нередко случаи, когда числовые значения признаков дают распределения, в той или иной мере отли-

чающиеся от нормального. При нормальном распределении величина асимметрии стремится к нулю, а эксцесса к трем. Иногда обнаруживается асимметричное, в других случаях – эксцессивное распределение.

Появление «хвоста» – сдвиг частот от средних значений вправо или влево, характерно для асимметричных вариационных кривых. Для эксцессивных признаков характерно чрезмерное накапливание или снижение частот в центральных классах вариационного ряда, вследствие этого вершина кривой распределения либо сильно поднимается и заостряется (положительный эксцесс – островершинность) или опускается, приобретая вид широкого плато (отрицательный эксцесс – туповершинность) [2, 3]. При асимметричных вариационных кривых, характеризующих изменчивость отдельных таксационных параметров, это может означать стремление конкурентного отбора изменить среднюю норму изменчивости ценоза путем преимущественной элиминации худших отставших в росте в данных условиях деревьев [2]. Если же наблюдаемое состояние ценоза на данном этапе его роста стабильно, то изменчивость таксационных показателей древостоя должна подчиняться закону нормального распределения. И отклонения от средней в сторону плюс- и минус-вариант должны встречаться одинаково часто, а асимметричности в этом случае не должно наблюдаться [1, 2, 3, 5].

Большую информативную нагрузку несет и характер эксцесса вариационной кривой распределения того или иного таксационного признака древостоя. Ярко выраженный отрицательный эксцесс распределения однородного по возрастному составу древостоя может свидетельствовать о действии на древесный ценоз дизруптивного отбора, т.е. преобладают деревья или низших ступеней толщины, или крупных

ступеней [3, 6]. При сильном положительном эксцессе не исключено ужесточение стабилизирующего отбора в древостое. Если древесный ценоз хорошо приспособлен к данным условиям произрастания, то главное действие конкурентного отбора состоит в отпаде более мелких или менее устойчивых и ослабленных деревьев.

Незатухающий колебательный процесс в рядах распределения деревьев по ступеням толщины можно рассматривать как необходимость для формирования устойчивого древостоя. Это позволяет осуществлять поиск оптимального для данного возраста и лесорастительных условий состава древостоя. Устойчивость фитоценоза достигается созданием внутриценотических условий, в которых через естественный отбор осуществляется своевременное удаление из древостоя отстающих в росте деревьев [1].

Часто изменения показателя асимметрии с возрастом могут иметь одинаковые значения при различных процессах. Нормальное распределение рядов по ступеням толщины древостоя в процессе роста и развития насаждения может перейти в распределение с отрицательной асимметрией в ряде случаев. В первом случае при незначительном отпаде деревьев меньших ступеней и при снижении скорости роста деревьев-лидеров на фоне усиления ростовых процессов у деревьев центральных ступеней толщины. Во втором случае при отпаде деревьев из верхних ступеней толщины и равномерном изменении прироста в нижних и средних ступенях. Формирование положительной асимметрии кривой распределения рядов распределения также

возможно в результате действия различных биологических процессов, например, в результате ослабления древостоя от воздействия болезней и вредителей. В целом, снижение асимметрии характерно при приближении конкретных древостоев к границе физиологических возможностей роста [7].

Отсутствие существенного изменения асимметрии рядов распределения по ступеням толщины древостоя за длительный период свидетельствует об отсутствии процессов дифференциации и развития в нем. Устойчивость насаждения достигается созданием условий, в которых через естественный отбор происходит своевременное удаление из древостоя отстающих в росте деревьев. Чем позднее начинается дифференциация в насаждении, тем хуже это отражается на состоянии насаждения. Как уже отмечалось выше, затяжное наличие положительной асимметрии ведет к необратимому ослаблению фитоценоза и повышению его чувствительности к болезням и вредителям.

Методика исследований

Постоянные пробные площади расположены на территории Ленинградской области в Сиверском лесхозе, который являлся опытной базой ЛенНИИЛХа (ныне СПбНИИЛХ). Опытные участки были заложены в разные годы XX века под руководством профессора Гуманна В.В. сотрудниками лаборатории лесоводства Сенновым С.Н., Давыдовым А.В., Мельниковым Е.С. и др. в Карташевском лесничестве в березово-еловых древостоях ксилитного типа леса. В настоящее время они достигли возраста сплошной рубки.

Для изучения процесса дифференциации деревьев по диаметру применяли метод исследования кривых распределения при постоянном числе классов или в нашем случае ступеней толщины. Использовались материалы длительных наблюдений на стационарах по результатам биометрических учетов деревьев на пробных площадях. Результаты исследования были оформлены в виде графиков традиционных частотных распределений деревьев разных видов в зависимости от их толщины. Использовались принятые в лесоведении 4-х сантиметровые ступени толщины [4]. Кривые нормального распределения деревьев по диаметру показывают степень ценотической неоднородности данного древостоя. Показатели скоса и крутости рядов распределения наглядно показывают усиление и ослабление конкурентных взаимоотношений в древостое. Показатели асимметрии и эксцесса, рассчитанные для смешанных лиственно-хвойных древостоев, интерпретированы с эколого-лесоводственных позиций на основании вышеизложенных положений.

Результаты исследований и выводы

Рассматривая динамику показателей асимметрии и эксцесса на опытных объектах, можно наблюдать направленность межвидовых конкурентных взаимоотношений между породами и анализировать степень обострения фитоценологических связей (табл.). Данные по ППП-6 показывают, что в зависимости от сложившегося состава древостоя на разных секциях поразному происходило взаимное влияние пород друг на друга.

Природопользование

Таблица

Динамика коэффициентов асимметрии (α) и эксцесса (E) в распределении деревьев по ступеням толщины за период исследования лиственно-хвойных древостоях

ППП-6									
6-А. Ель. Контроль			6-А. Береза. Контроль			6-В. Ель. РУ		6-В. Береза. РУ	
Состав на начало опыта: <u>1 ярус 9Б1С</u> 2 ярус 10Е					Состав на начало опыта: <u>1 ярус 9Б1С</u> 2 ярус 10Е				
Состав на 2013 г.: <u>1 ярус 8Б2С</u> 2 ярус 10Е					Состав на 2013 г.: 9Е1Б				
Лет	α	E	α	E	α	E	α	E	
60	1,160	0,005	0,697	-0,384	0,647	-1,379	0,482	-1,897	
70	0,927	0,472	0,572	-0,501	0,404	-1,936	1,073	-0,313	
85	1,345	0,644	0,518	-1,687	0,191	-1,869	-2,000	2,000	
6-Д. Ель. РУ			6-Д. Береза. РУ			6-Е. Ель. РУ		6-Е. Береза. РУ	
Состав на начало опыта: <u>1 ярус 9Б1С</u> 2 ярус 10Е					Состав на начало опыта: <u>1 ярус 9Б1С</u> 2 ярус 10Е				
Состав на 2013 г.: 7ЕЗБ + С					Состав на 2013 г.: 9Е1Б + С				
Лет	α	E	α	E	α	E	α	E	
60	1,040	-0,044	0,567	-2,231	0,761	-1,047	0,894	-0,748	
70	1,086	0,506	0,001	2,000	0,679	-1,293	-1,414	1,500	
80	1,287	2,219	2,000	2,917	1,044	-0,846	-1,732	-1,289	
90	1,084	-0,240	2,250	2,125	0,867	-0,880	-1,732	-1,289	
ППП-7А					ППП-1А				
Состав на начало опыта: <u>1 ярус 7Б3Ос</u> 2 ярус 10Е					Состав на начало опыта: <u>1 ярус 10Б + С</u> 2 ярус 10Е				
Состав на 2013 г.: <u>1 ярус 7Б3Ос, ед.С</u> 2 ярус 10Е					Состав на 2013 г.: <u>1 ярус 10Б + С</u> 2 ярус 10Е				
	Ель		Береза			Ель		Береза	
Лет	α	E	α	E	α	E	α	E	
60	1,077	-0,240	-0,885	-1,709	-	-	-	-	
70	1,101	0,568	-1,325	2,491	0,672	-1,488	0,294	-1,966	
90	0,706	-1,411	-0,533	-1,231	0,795	-1,621	0,138	-2,041	
95	0,652	-1,623	-0,213	-2,229	0,086	-2,496	0,047	-1,581	
100	-	-	-	-	-0,046	-1,445	0,266	-1,761	
120	-	-	-	-	-0,668	-1,102	0,386	-0,602	

Примечание: РУ – рубки ухода; нормальное распределение применяют, если $\alpha \leq 0,3$ и $E \leq 0,4$.

На контрольной секции 6А дифференциация в древостое шла путем отбора деревьев ели низших ступеней и в настоящее время ряд распределения березы охватывает большее количество ступеней толщины, чем еловый ярус (рис. 1). Показатели эксцесса у елового яруса за весь период опыта были положительными, а у березовой части древостоя – отрицательными. Это можно рассматривать как непрекращающееся конкурентное воздействие березового полога на еловый ярус. На других секциях ППП-6 с разной интенсивностью изреживания динамика показателей асимметрии и эксцесса показывала разнонаправленные отношения между хвойными и лиственными ярусами в процессе их совместного произрастания. Так на ПП6-В (рис. 2) после рубки березового яруса сло-

жились сбалансированные взаимоотношения между породами, и к настоящему времени березовый ярус находится на пределе своих возможностей дальнейшего роста, на что и указывают показатели асимметрии (2,000) и эксцесса (-2,000). При этом еловая часть ценоза продолжает успешно произрастать.

На секции 6-D (рис. 3), как видно по данным коэффициентов (см. табл.), после обострения конкуренции между ярусами к настоящему времени еловая часть древостоя оказывает большее воздействие на березовый ярус, чем ранее он на еловый ярус. Показатели асимметрии выше у березового яруса, чем у елового и, следовательно, он так же, как и на ПП6-В на пределе своего роста.

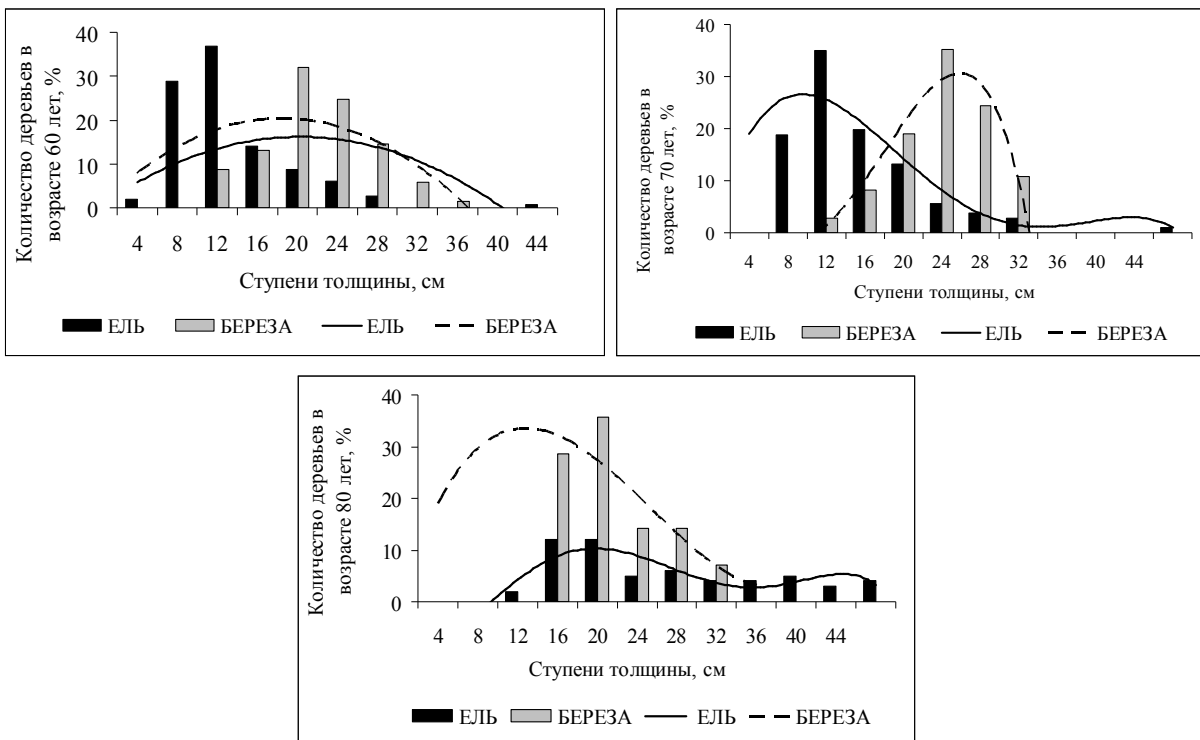


Рис. 1. Динамика рядов распределения в березово-еловых древостоях за период опыта на секции ПП-6А

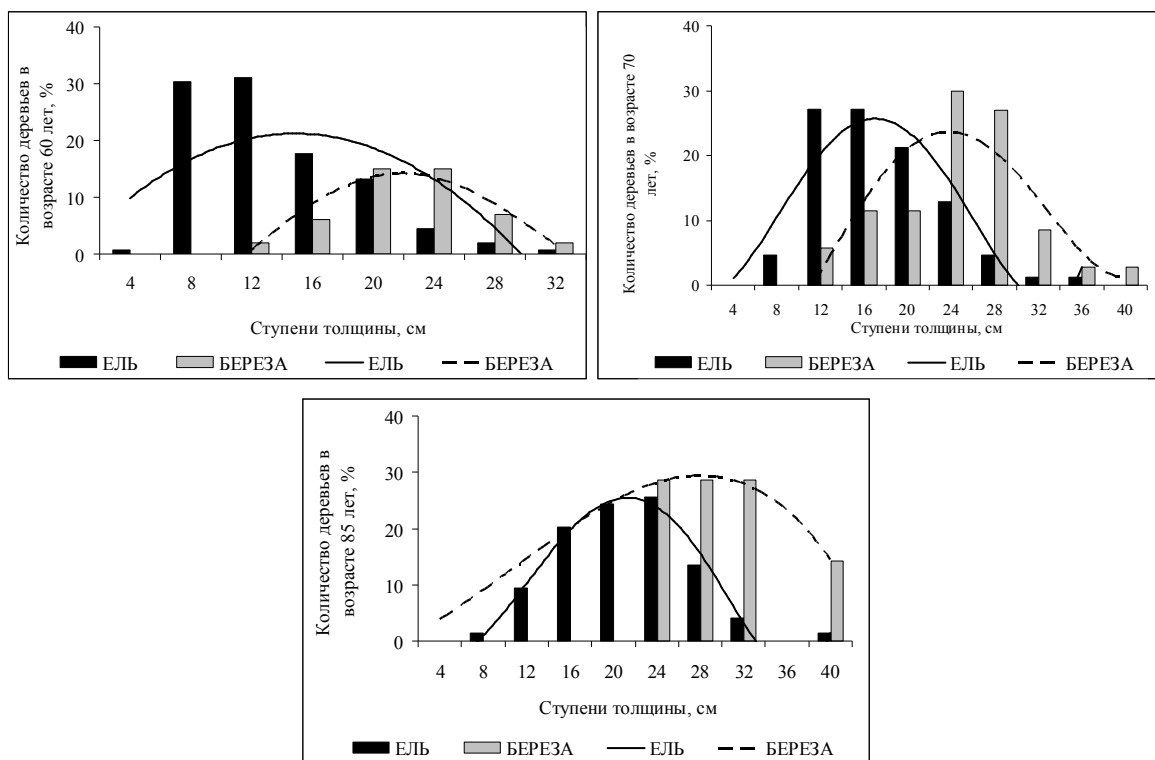


Рис. 2. Динамика рядов распределения в березово-еловых древостоях за период опыта на секции ПП-6В

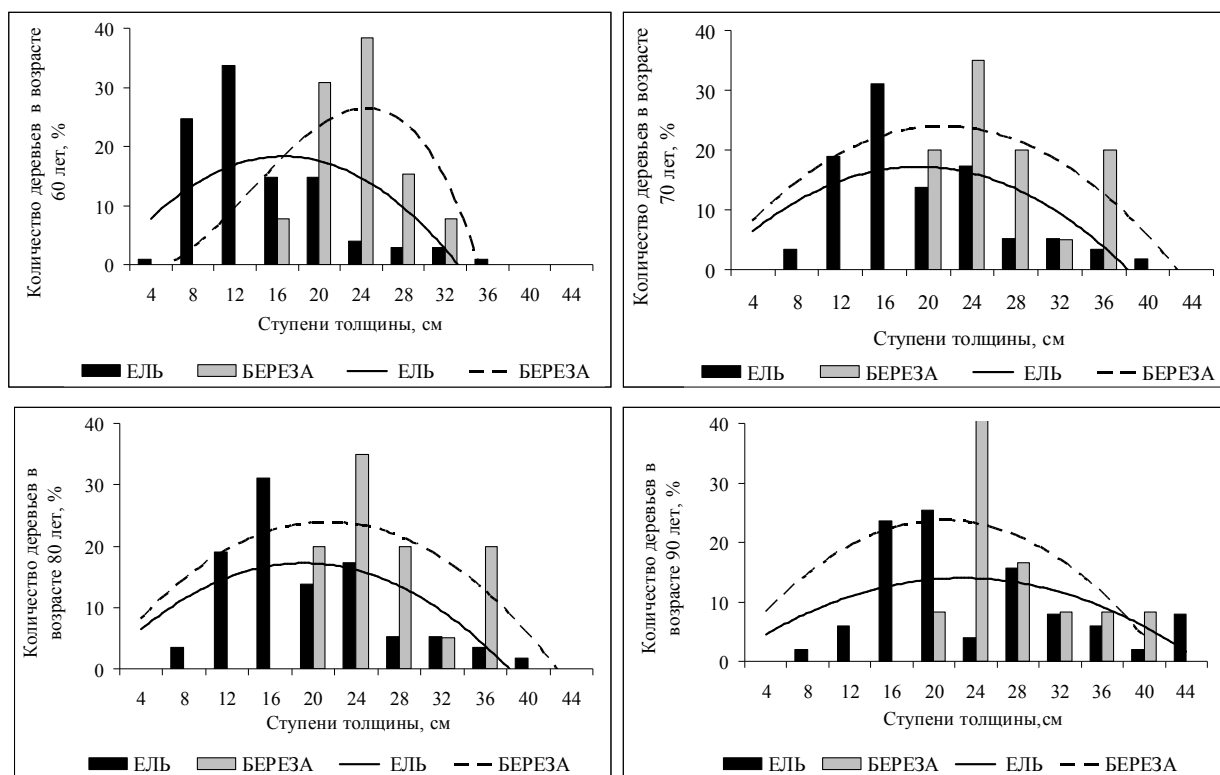


Рис. 3. Динамика рядов распределения в березово-еловых древостоях за период опыта на секции ПП-6D

На ПП6-Е (рис. 4) сложились сбалансированные взаимоотношения между породами, на что и указывают их показатели коэффициентов асимметрии и эксцесса в распределении деревьев по ступеням толщины за период исследования. К настоящему времени у березового яруса присутствуют только крупные деревья, но их количество не оказывает давления на еловый ярус.

В целом показатели коэффициентов асимметрии и эксцесса в распределении деревьев по ступеням толщины на ПП-6 указывают, что березовый ярус находится на пределе своих дальнейших возможностей продуцирования и роста, а еловый ярус, там где он не испытывал сильного

конкурентного давления со стороны березы успешно произрастает.

Показательна динамика коэффициентов на ПП-7А (рис. 5). Еловый ярус находится под пологом лиственного, однако успешно произрастает. Ряд распределения по ступеням толщины древостоя у березы сместился правее и стал более короткий, а ели более растянут в сторону меньших ступеней. В целом это указывает на вытеснение елью березы с места произрастания.

Аналогичная ситуация складывается на ПП1-А (рис. 6). В целом на этих двух объектах (ПП 7А и 1А) происходит плавная смена пород. Однако производительность еловой части на указанных участках ниже, чем на секциях с рубками (ПП 6В, 6D, 6Е).

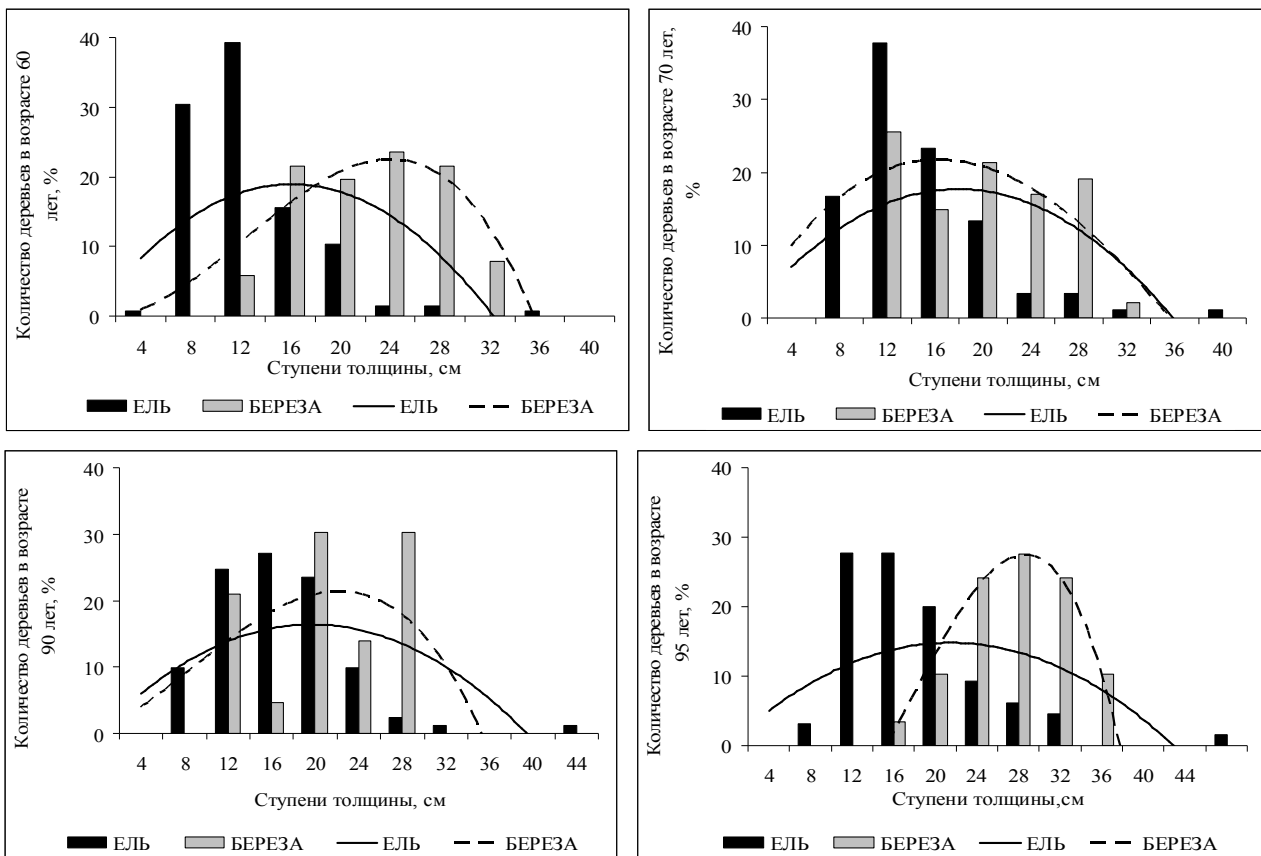


Рис. 4. Динамика рядов распределения в березово-еловых древостоях за период опыта на секции ПП-6Е

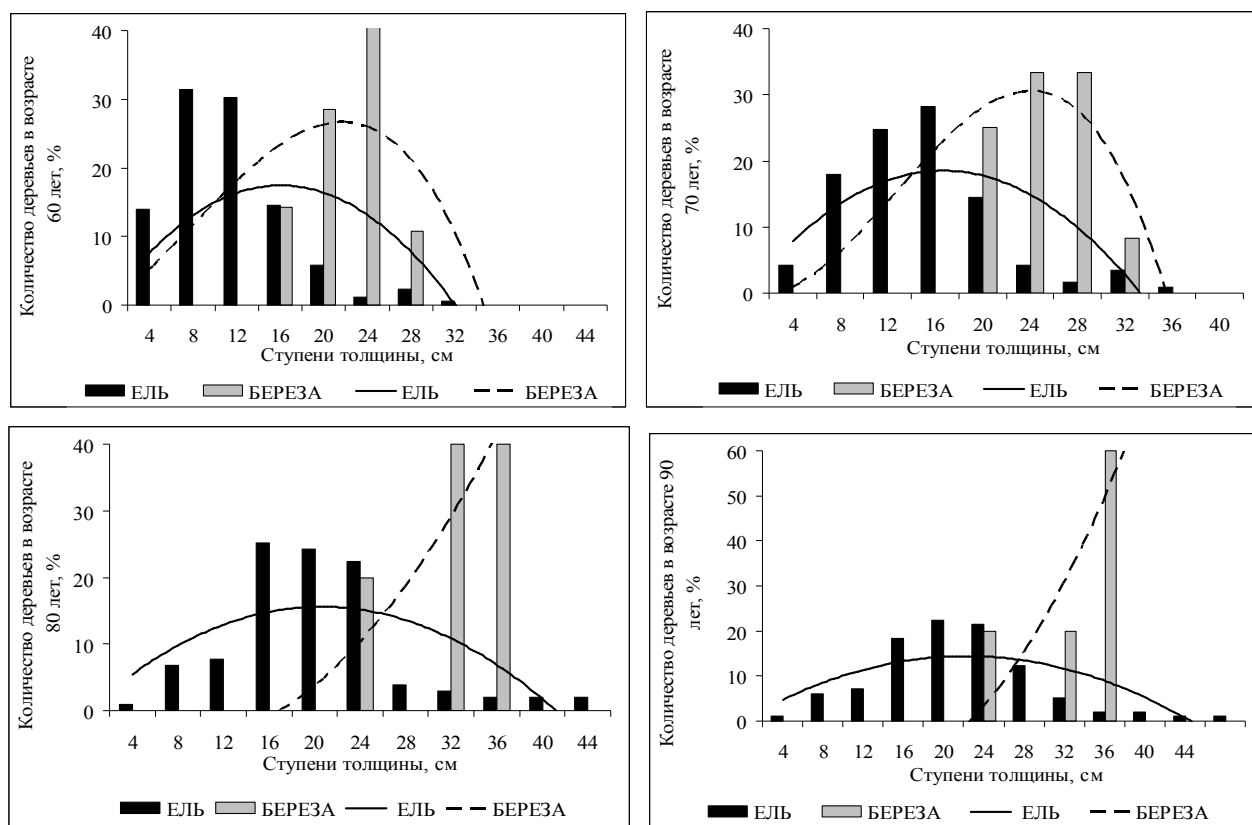


Рис. 5 Динамика рядов распределения в березово-еловых древостоях за период опыта на секции ПП-7А

Следует отметить, что показатели коэффициентов асимметрии и эксцесса в распределении деревьев по ступеням толщины на данных опытных объектах указывают на необходимость своевременного изреживания лиственного полога. На объектах без ухода показатель положительной асимметрии указывает на ослабление березового яруса к внешним воздействиям. Обострение межвидовых отношений приводит к снижению производительности

хвойного яруса и более мелкой товарной структуре его древесины. В производственных условиях произрастания только минимальное участие лиственных пород (не более 1 единицы в составе древостоя) позволяет свести к минимуму межвидовую конкуренцию.

Таким образом, до возраста сплошной рубки (81-101 год) необходимо удалить лиственный полог из смешанного лиственно-хвойного насаждения.

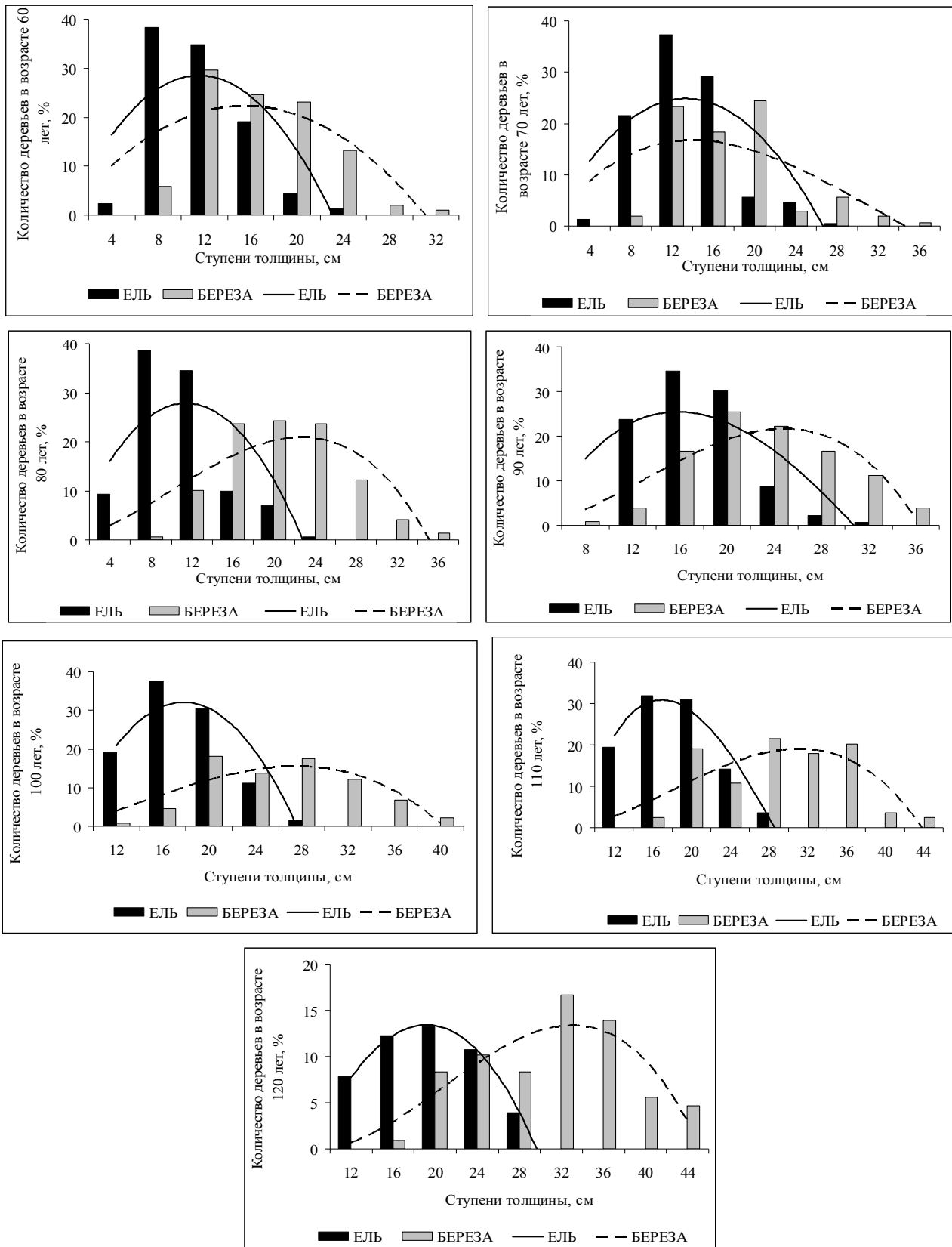


Рис. 6. Динамика рядов распределения в березово-еловых древостоях за период опыта на секции ПП-1А

Библиографический список

1. Андреева, Е. Н. Методы изучения лесных сообществ [Текст] : учеб. / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков [и др.]. – СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
2. Герасимов, Ю. Ю. Математические методы и модели и в расчетах на ЭВМ: применение в лесоуправлении и экологии [Текст] : учеб. для лесных вузов / Ю. Ю. Герасимов, В. К. Хлюстов. – М. : МГУЛ, 2001. – 260 с.
3. Ивантер, Э. В. Элементарная биометрия [Текст] : учеб. пособие / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. – 104 с.
4. Загребев, В. В. Основы лесной таксации [Текст] : учеб. пособие / В. В. Загребев, А. В. Вагин. – М. : Высшая школа, 1975. – 264 с.
5. Кимбл, Г. Как правильно пользоваться статистикой [Текст] : учеб. / Г. Кимбл; пер. с англ. Б. И. Клименко. – М. : Финансы и статистика, 1982. – 294 с.
6. Малышев, В. В. Моделирование динамики роста насаждений в процессе ухода за лесом [Текст] / В. В. Малышев, Ю. В. Мурзинов // Лесотехнический журнал. – Воронеж, 2012. – № 2. – С. 60-65.
7. Prodan, M. Forstliche Biometrie [Text] / M. Prodan. – Munchen, Bonn, Wien: BLV Verlagsgesellschaft, 1961. – 432 p.

References

1. Andreeva E.N., Bakkal I.Ju., Gorshkov V.V. et al. Methods of study of forest communities [Andreeva E.N., Bakkal I.Ju., Gorshkov V.V. i dr. Metody izuchenija lesnyh soobshhestv]. Saint Petersburg, 2002, 240 p. (In Russian).
2. Gerasimov Y.Y., Khlystov V.K. Mathematical methods and models and in computer calculations: application in forest management and ecology [Gerasimov Y.Y., Khlystov V.K. Matematicheskie metody i modeli i v raschetah na JeVM: primenenie v lesoupravlenii i jekologii]. Moscow, 2001, 260 p. (In Russian).
3. Ivanter E.V., Korosov A.V. Elementary biometrics [Ivanter E.V., Korosov A.V. Jelementarnaja biometrija]. Petrozavodsk, 2005, 104 p. (In Russian).
4. Zagreev V.V., Vagin A.V. Fundamentals of Forest Inventory [Zagreev V.V., Vagin A.V. Osnovy lesnoj taksacii]. Moscow, High School, 1975, 264 p. (In Russian).
5. Kimble G. How to use statistics [Kimbl G. Kak pravil'no pol'zovat'sja statistikoju. per. s angl. B. I. Klimenko]. Moscow, Finance and Statistics, 1982, 294 p. (In Russian).
6. Malyshev V.V., Murzinov Y.V. Modeling the dynamics of plantation growth in the care of the forest [Malyshev V.V., Murzinov Y.V. Modelirovanie dinamiki rosta nasazhdenij v processe uhoda za lesom]. *Lesotekhnicheskii zhurnal*, 2012, no.2. – pp. 60-65. (In Russian).
7. Prodan M. Forstliche Biometrie. Munchen, Bonn, Wien: BLV Verlagsgesellschaft, 1961, 432 p.

Сведения об авторах

Данилов Дмитрий Александрович – ведущий научный сотрудник государственное научное учреждение «Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка» Российской Академии Наук», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: stown200@mail.ru.

Беляева Наталья Валерьевна – доцент кафедры лесоводства федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: galbel06@mail.ru.

Ищук Таисия Александровна – аспирант кафедры лесоводства, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: rabbit0189@mail.ru.

Information about authors

Danilov Dmitry Aleksandrovich – lead researcher State Scientific Institution «Leningrad Scientific Research Institute of Agriculture «Belogorka» of the Russian Academy of Sciences», PhD in Agriculture, Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: stown200@mail.ru.

Belyaeva Natalia Valeryevna – Associate Professor of Forestry Department o Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov», PhD in Agriculture, Associate Professor, Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: galbel06@mail.ru.

Ishchuk Taisia Alexandrovna – post-graduate student of Forestry Department, Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov», Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: rabbit0189@mail.ru.