

22. Thinning in derivative soft-leaved young stands as a method of forming pine forests in the South Urals / S. V. Zalesov, N. A. Lugansky, V. A. Berezhnov, E. S. Zalesova // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2013. – No. 4. – P. 118–120.

23. Thinning / S. V. Zalesov, N. A. Lugansky, N. N. Terinov, V. A. Shchavrovsky. – Yekaterinburg: Ural. forestry engineering Institute, 1993. – 112 p.

24. The effect of different intensity of thinning on the development in scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in Kazakh Uplands / A. V. Ebel, Y. I. Ebel, S. V. Zalesov, S. Agan // Alinteri Journal of Agriculture sciences. – 2019. – 34 (2). – 182–187. Doi 10.28955/alinterizbd.

УДК 630.181 + 630.57 + 630.91

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ДЕРЕВЬЕВ В ПРИДОРОЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

З. Я. НАГИМОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, директор Института леса и природопользования,

* ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет,
620100 Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37;
e-mail: nagimovzy@m.usfeu.ru,
тел.: 8-912-265-77-17
ORCID: 0000-0002-6853-2375

И. А. ЗДОРНОВ – специалист первой категории
отдела использования и воспроизводства лесов
Управления лесных отношений ДППР ЯНАО
ORCID: 0000-0002-6853-2375

Рецензент: Моисеев П. А., доктор биологических наук, заведующий лабораторией Института экологии растений и животных УрО РАН.

Ключевые слова: дифференциация деревьев, придорожные защитные лесные полосы, изменчивость диаметров и высот, коэффициент вариации.

Объектом исследований явились искусственно созданные придорожные защитные лесные полосы различных конструкций, разного возраста и породного состава. Экспериментальным материалом послужили данные перечислительной таксации на 24 пробных площадях.

В ходе проведенных исследований установлено, что придорожные защитные лесные полосы разных пород заметно отличаются по степени дифференциации деревьев по диаметру и высоте. В порядке уменьшения коэффициента вариации размеров стволов их можно расположить в следующий ряд: вязовые, клёновые, берёзовые, сосновые и тополевые. Дифференциация деревьев как по диаметру, так и по высоте зависит от степени теневыносливости древесных пород. Она в полосах малотеневыносливых пород заметно ниже, чем в полосах умеренно теневыносливых.

В защитных лесных полосах, как и в естественных насаждениях, с увеличением возраста древостоев изменчивость диаметров и высот деревьев закономерно уменьшается. Дифференциация деревьев по размерам стволов в искусственно созданных придорожных лесных полосах выражена в меньшей степени, чем в естественных насаждениях. Это объясняется использованием при создании полос одновозрастного, достаточно однородного в генетическом отношении посадочного материала, а также меньшей

конкуренцией между деревьями в них вследствие их более равномерного и редкого размещения. Пониженная дифференциация деревьев в защитных полосах свидетельствует об их меньшей устойчивости и стабильности по сравнению с таковой в массивах естественных насаждений. В целом результаты данных исследований дают основание считать защитные полосы вдоль дорог специфическим объектом таксации. Они могут быть использованы при проведении оценочных и лесохозяйственных работ в придорожных защитных полосах и оценке их устойчивости и стабильности.

DIFFERENTIATION OF TREES IN ROADSIDE PROTECTIVE FOREST STRIPS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Z. Ya. NAGIMOV – DSc (Agriculture), Professor,
Head of Department of Forest Mensuration and Inventory,
Director of the Institute of Forestry and Natural Resources,
e-mail: nagimovzy@m.usfeu.ru,
phone: 8-912-265-77-17
ORCID: 0000-0002-6853-2375

I. A. ZDORNOV – specialist of the first category
of the Department of forest use and reproduction
Department of forest relations DPRR YANAO
ORCID: 0000-0002-6853-2375

Reviewer: Moiseev P.A., doctor of biological Sciences, head of the laboratory of the Institute of plant and animal ecology of Ural branch of RAS.

Keywords: differentiation of trees, roadside protective forest strips, variability of diameters and heights, coefficient of variation.

The object of research was artificially created roadside protective forest strips of various designs, different ages and breed composition. The data of enumerative taxation on 24 test areas were used as experimental material.

In the course of the research, it was found that roadside protective forest strips of different breeds differ markedly in the degree of differentiation of trees in diameter and height. In order to reduce the coefficient of variation in the size of trunks, they can be arranged in the following row: elm, maple, birch, pine and poplar. The differentiation of trees, both in diameter and in height, depends on the degree of shade tolerance of tree species. It is noticeably lower in the bands of low-shade-tolerant rocks than in the bands of moderate-shade-tolerant ones.

In protective forest belts, as well as in natural plantings, the variability of tree diameters and heights naturally decreases with increasing age of stands. Differentiation of trees by trunk size in artificially created roadside forest strips is less pronounced than in natural plantings. This is due to the use of the same-age, fairly uniform in genetic terms planting material when creating strips, as well as less competition between trees in them due to their more uniform and sparse placement. The reduced differentiation of trees in protective forest strips indicates their lower stability and stability in comparison with arrays of natural plantings. In General, the results of these studies give reason to consider protective lanes along roads as a specific object of taxation. They can be used in carrying out assessment and forestry work in roadside protective strips and assessing their stability and stability.

Введение

Искусственные придорожные защитные лесные полосы (ПрЗЛП) представляют собой специфический объект лесной

таксации. Это объясняется, во-первых, использованием при их создании одновозрастного, достаточно однородного в генетическом отношении посадочного материала, а во-вторых, условиями произрастания деревьев в полосах. Условия произрастания, с одной стороны, характеризуются отсутствием

существенной конкуренции между деревьями, а с другой – влиянием на их рост техногенных нагрузок и опушечного эффекта [1, 2]. В этой связи несомненный интерес представляют данные об особенностях дифференциации деревьев, изменчивости их основных таксационных показателей в ПрЗЛП. Они с учетом специфики объекта необходимы для обоснования объема выборки при проведении оценочных работ и оценки результатов исследований. Показатели изменчивости позволяют выяснить возможность воздействия на изучаемые биологические признаки в том или ином направлении. Следует также отметить, что степень дифференциации деревьев в полосах может служить показателем их устойчивости и стабильности [3].

Цель, задача, методика и объекты исследования

Основная цель исследования заключалась в получении сведений об изменчивости таксационных показателей деревьев разных пород в ПрЗЛП, необходимых для обоснования объема выборок при проведении оценочных работ в защитных полосах и оценки устойчивости их древостоев.

Для достижения этой цели решались следующие задачи:

- перечислительная таксация древостоев с определением основных таксационных показателей деревьев в ПрЗЛП разных пород и возраста;

- анализ изменчивости деревьев в ПрЗЛП по размерам стволов

на основе расчета основных статистик распределения.

Объектом исследований явились искусственно созданные ПрЗЛП различных конструкций, разного возраста и породного состава, расположенные вдоль автодорог М-51 Челябинск – Новосибирск, А-21 Мамлютка – Костанай и А-12 Петропавловск – Соколовка – граница РФ на территории Северо-Казхстанской (лесостепная зона) и Костанайской (степная) областей. Они представлены древостоями следующих древесных пород: тополя бальзамического (Тбз), березы повислой (Бпв), сосны обыкновенной (Соб), вяза обыкновенного (Воб) и клена ясенелистного (Кяс).

Исследования проводились методом пробных площадей (ПП), которые закладывались с учетом теоретических положений лесной таксации и требований ОСТ 56-69-83. В многорядных полосах с сохранившимися рядами пересчет деревьев осуществлялся дифференцированно по рядам посадки. На ПП значительное количество модельных деревьев (15–25 шт.) таксировалось без рубки. У них определялись диаметр D и высота H ствола, протяженность L_k и диаметр D_k кроны. Таксационные показатели модельных деревьев и древостоев определялись в соответствии с общепринятыми в лесотаксационной практике методами. При определении запаса древостоев на 1 га ширина ПрЗЛП определялась с учетом закраек (2 м). При математико-статистической обра-

ботке экспериментальных материалов использовались средства Microsoft Office Excel и программного пакета Statistica 10.

Для решения поставленных задач в ПрЗЛП заложено 24 ПП, на которых замерено 5883 диаметра и 777 высот деревьев. У 298 деревьев определены протяженность и диаметр крон.

Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что основными статистическими показателями, характеризующими степень однородности (или разнородности) исследуемых совокупностей, являются среднее значение признака, среднее квадратическое отклонение его значений, коэффициент вариации (изменчивости) признака, точность опыта и ошибки этих показателей [4, 5]. Наиболее удобный и информативный показатель изменчивости – коэффициент вариации, определяемый на основе среднего значения и среднего квадратического отклонения признака.

В таблице приведены средние значения и коэффициенты вариации диаметра и высоты деревьев в древостоях исследуемых защитных полос. Приступая к анализу ее данных, необходимо отметить, что на всех объектах точность опыта отвечает таксационным требованиям: она при оценке диаметра составляет не ниже $\pm 10\%$, а при оценке высоты – $\pm 6\%$.

Исследуемые ПрЗЛП отличаются достаточно широким диапазоном варьирования средних

Изменчивость диаметра и высоты деревьев в придорожных защитных полосах
 Variability in the diameter and height of trees in roadside protective strips

| № ПП № PP | Порода Species | Возраст, лет Age, years | Диаметр D Diameter | | Высота H Height | |
|--------------|-------------------|----------------------------|---|--|---|--|
| | | | Среднее значение, см Average value, cm | Коэффициент вариации, % Coefficient of variation, % | Среднее значение, м Average value, m | Коэффициент вариации, % Coefficient of variation, % |
| 1 | Бпв | 57 | 19,5 | 34,46 | 18,2 | 27,23 |
| 2 | Тбз | 47 | 24,4 | 16,81 | 18,5 | 17,19 |
| 3 | Соб | 47 | 23,6 | 24,85 | 9,7 | 16,08 |
| 4 | Тбз | 47 | 43,2 | 25,01 | 22,1 | 19,15 |
| 5 | Кяс | 47 | 16,4 | 36,53 | 9,9 | 21,93 |
| 6 | Тбз | 47 | 35,0 | 19,89 | 22,9 | 17,16 |
| 7 | Тбз | 38 | 29,4 | 43,44 | 17,4 | 30,78 |
| 8 | Тбз | 47 | 30,8 | 23,81 | 19,6 | 21,14 |
| 9 | Бпв | 27 | 17,2 | 41,57 | 13,3 | 20,27 |
| 10 | Бпв | 27 | 20,2 | 36,89 | 15,3 | 18,30 |
| 11 | Воб | 47 | 13,1 | 56,49 | 6,2 | 34,02 |
| 12 | Бпв | 57 | 19,6 | 43,47 | 15,5 | 28,28 |
| 13 | Воб | 47 | 14,4 | 39,88 | 9,3 | 20,75 |
| 14 | Воб | 47 | 12,1 | 45,38 | 8,2 | 31,02 |
| 15 | Тбз | 47 | 37,8 | 33,12 | 23,3 | 20,62 |
| 16 | Бпв | 38 | 22,8 | 32,65 | 18,2 | 19,64 |
| 17 | Бпв | 54 | 18,9 | 30,43 | 16,0 | 18,59 |
| 18 | Бпв | 55 | 16,4 | 36,65 | 15,1 | 21,20 |
| 19 | Бпв | 55 | 20,7 | 36,28 | 17,7 | 21,62 |
| 20 | Бпв | 41 | 16,8 | 36,24 | 16,1 | 12,11 |
| 21 | Тбз | 47 | 26,6 | 21,35 | 20,7 | 17,76 |
| 22 | Тбз | 48 | 25,2 | 17,93 | 17,9 | 12,19 |
| 23 | Тбз | 38 | 23,6 | 28,11 | 16,8 | 16,89 |
| 24 | Тбз | 58 | 22,3 | 23,65 | 16,9 | 10,49 |

диаметров: от 12,1 см до 43,2 см. Их значения обусловлены породой и возрастом древостоев, условиями местопроизрастания и густотой полос. Достоверность значений средних диаметров подтверждается на 5 %-ном уровне значимости ($t_{\text{факт.}} > t_{0,05}$). Коэффициенты вариации диа-

метров существенно отличаются по пробным площадям: от 16,81 (ПП 2) до 56,49 % (ПП 11). Сопоставление их с данными шкалы изменчивости количественных признаков растений С. А. Мамаева [6] позволяет оценить уровень изменчивости диаметров на отдельных пробных

площадях от средней до очень высокой.

Изменчивость диаметра деревьев в исследуемых полосах зависит от их древесной породы. Это можно проследить при сравнении древостоев разных пород в одинаковом (примерно одинаковом) возрасте.

В порядке уменьшения коэффициента вариации диаметра ПрЗЛП располагаются в следующий ряд: вязовые, клёновая, берёзовые, сосновая и тополевые. На наш взгляд, такое расположение защитных полос объясняется отношением их древесных пород к свету. Известно, что тополь, берёза и сосна маловыносливые к тени породы, а клён и вяз – умеренно теневыносливые [7].

Сравнение коэффициентов вариации диаметров из таблицы с литературными данными позволяет констатировать, что при прочих равных условиях дифференциация деревьев по диаметру на исследуемых объектах несколько ниже, чем в естественных сомкнутых древостоях. Видимо, это связано с тем, что при создании искусственных насаждений, как правило, используется одновозрастный, достаточно однородный в генетическом отношении посадочный материал. Следует также отметить, что в защитных полосах конкуренция между деревьями за свет и элементы питания проявляется в меньшей степени благодаря их более равномерному и редкому размещению. Известно, что в естественных сомкнутых древостоях дифференциация деревьев, связанная с их наследственными свойствами, усиливается в результате конкурентных взаимоотношений между ними [8]. Пониженная дифференциация деревьев в исследуемых полосах свидетельствует об их меньшей устойчивости и стабильности по сравнению с таковой в массивах естественных насаждений. Известно, что

высокая гетерогенность древостоев является объективным показателем их устойчивости [3].

В специальной литературе отмечается, что коэффициент вариации диаметра в древостоях уменьшается с увеличением их возраста [9]. Подобная зависимость наблюдается и в исследуемых ПрЗЛП. Ее можно оценить на примере берёзовых и тополевых полос, в которых заложено наибольшее количество ПП (рис. 1 и 2).

С учетом характера зависимостей коэффициента вариации диаметра V_d деревьев от возраста древостоев A , приведенных на рис. 1 и 2, получены следующие уравнения:

по берёзовым полосам:

$$\begin{aligned} V_d &= -0,1369A + 41,71, \\ R &= -0,529, \end{aligned} \quad (1)$$

по тополевым полосам:

$$\begin{aligned} V_d &= -0,7632A + 60,72, \\ R &= -0,533. \end{aligned} \quad (2)$$

Коэффициенты уравнений (1) и (2) значимы на 5 %-ном уровне. Полученные уравнения адекватны и корректны экспериментальным данным. Коэффициент корреляции связи между коэффициентом вариации диаметра и возрастом деревьев в ПрЗЛП берёзы составляет -0,529, а в ПрЗЛП тополя – -0,533. Исследуемые связи обратные и значительной тесноты [4]. Приведенные материалы свидетельствуют, что в исследуемых полосах с увеличением возраста дифференциация деревьев по диаметру закономерно снижается.

В исследуемых ПрЗЛП, как и в естественных сомкнутых древостоях, дифференциация де-

ревьев по высоте существенно ниже, чем по диаметру. Средние высоты древостоев в полосах варьируют в пределах от 6,2 до 23,3 м. Они зависят от породы, возраста, густоты и условий местопроизрастания защитных полос. Достоверность значений средних высот доказывается на 5 %-ном уровне значимости. Различия коэффициентов вариации высот по пробным площадям выражены в меньшей степени, чем коэффициентов вариации диаметров. Наименьшее значение данного показателя составляет 10,49 % (ПП 24), а наибольшее – 34,02 % (ПП 11). По шкале С. А. Мамаева [6] изменчивость высоты деревьев на отдельных объектах соответствует уровням от низкого до высокого.

По уменьшению коэффициента вариации высоты ПрЗЛП разных пород можно расположить таким образом: вязовые, кленовая, берёзовые, тополевые и сосновая. Дифференциация деревьев по высоте, как и по диаметру, в защитных полосах малотеневыносливых пород заметно ниже, чем в полосах умеренно теневыносливых.

Исследования зависимости дифференциации деревьев по высоте от их возраста показали, что в тополевых полосах коэффициент вариации высоты с возрастом уменьшается, что не противоречит общеизвестным представлениям. Коэффициент корреляции между этими показателями составляет -0,692. Таким образом, рассматриваемая связь обратная, а по тесноте значительная. В защитных

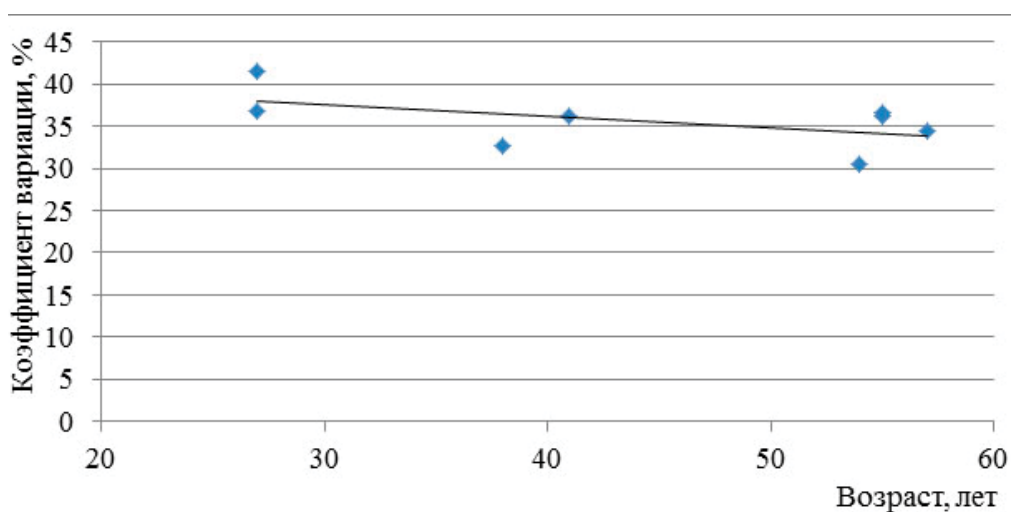


Рис. 1. Зависимость коэффициента вариации диаметров деревьев от их возраста в защитных полосах березы
 Fig. 1. Dependence of the coefficient of variation of tree diameters on their age in protective birch strips

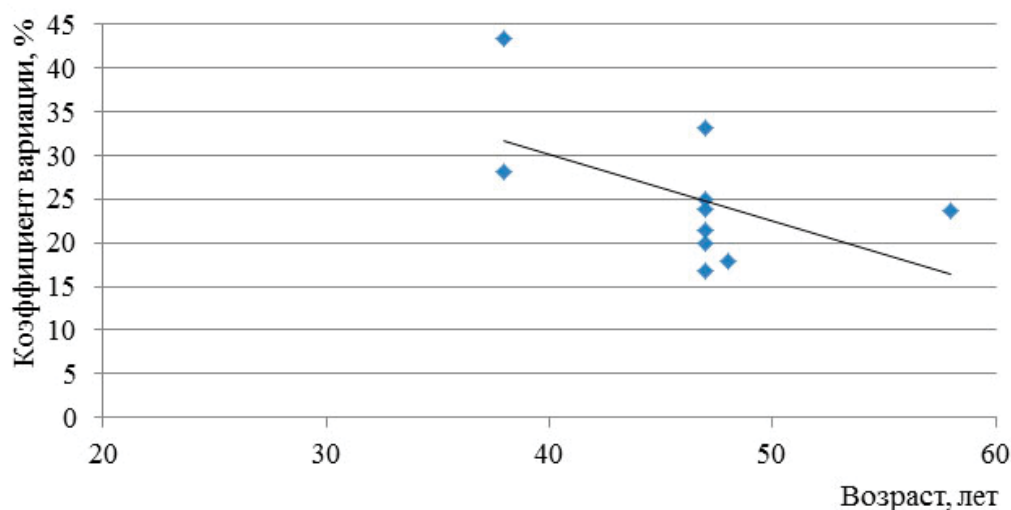


Рис. 2. Зависимость коэффициента вариации диаметров деревьев от их возраста в защитных полосах тополя
 Fig. 2. Dependence of the coefficient of variation of tree diameters on their age in poplar protective strips

полосах березы четкой зависимости коэффициента вариации высоты деревьев от их возраста не выявлено.

Выводы

Защитные полосы разных пород заметно отличаются степенью дифференциации деревьев по размерам стволов (диаметру и высоте). В порядке уменьшения коэффициента вариации размеров стволов ПрЗЛП располагаются в следующий ряд: вязовые,

клёновая, берёзовые, сосновая и тополевые. Дифференциация деревьев как по диаметру, так и по высоте зависит от степени теневыносливости древесных пород. Она в защитных полосах малотеневыносливых пород заметно ниже, чем в полосах умеренно теневыносливых.

В ПрЗЛП, как и в естественных древостоях, с увеличением возраста деревьев изменчивость их диаметров и высот закономерно уменьшается.

Дифференциация деревьев по размерам стволов в придорожных лесных полосах выражена в меньшей степени, чем в естественных сомкнутых насаждениях. Этот факт является косвенным показателем их меньшей стабильности и устойчивости.

Отличительные особенности дифференциации деревьев в придорожных полосах, на наш взгляд, объясняются, во-первых, использованием при их создании одновозрастного, достаточно

однородного в генетическом отношении посадочного материала, а во-вторых, условиями произрастания деревьев в полосах. Условия произрастания, с одной стороны, характеризуются отсутствием значимой конкуренции между деревьями, а с другой – влиянием на их рост техногенных нагрузок и опушечного эффекта. В целом результаты данных исследований дают основание считать защитные полосы вдоль дорог специфическим объектом таксации.

Библиографический список

1. Здорнов И. А., Нагимов З. Я. Фитомасса деревьев берёзы в придорожных защитных лесных полосах Северного Казахстана // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2019. – Вып. 226. – С. 20–32.
2. Здорнов И. А., Нагимов З. Я., Капралов А. В. Фитомасса берёзовых древостоев придорожных защитных лесных полос Северного Казахстана // Лесной вестник. – 2020. – Т. 24. – № 4. – С. 26–32.
3. Дробышев Ю. И., Коротков С. А., Румянцев Д. Е. Устойчивость древостоев : структурные аспекты // Лесохозяйственная информация. – 2003. – № 7. – С. 2–11.
4. Дворецкий М. Л. Пособие по вариационной статистике. – М. : Лесн. пром-сть, 1971. – 104 с.
5. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
6. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М. : Наука, 1973. – 461 с.
7. Мелехов И. С. Лесоведение. – М. : Лесн. пром-сть, 1980. – 408 с.
8. Кузьмичев В. В. Закономерности динамики древостоев: принципы и модели. – Новосибирск : Наука, 2013. – 208 с.
9. Луганский Н. А., Нагимов З. Я. Структура и динамика сосновых древостоев на Среднем Урале. – Екатеринбург : УрГУ, 1994. – 140 с.

Bibliography

1. Zdornov I. A., Nagimov Z. Y. Phytomass birch trees in a roadside protective forest belts of Northern Kazakhstan // Bulletin of Saint-Petersburg forestry Academy. – 2019. – Vol. 226. – P. 20–32.
2. Zdornov I. A., nagimov Z. Y., Kapralov, V. A. Phytomass of birch stands of roadside protective forest belts of Northern Kazakhstan // Forest Bulletin. Forestry Bulletin. – 2020. – Vol. 24. – No. 4. – P. 26–32.
3. Drobyshev Yu. I., Korotkov S. A., Rummyantsev A. V. Sustainability of forest stands: structural aspects // Forest management information. – 2003. – No. 7. – P. 2–11.
4. Dvoretzky M. L. Handbook of variation statistics. – Moscow : Forest industry, 1971. – 104 p.
5. Rokitsky P. F. Biological statistics – Minsk : Higher school, 1973. – 320 p.
6. Mamaev S. A. Forms of intraspecific variability of woody plants. – Moscow : Nauka, 1973. – 461 p.
7. Melekhov I. S. Lesovedenie. – Moscow : Forest industry, 1980. – 408 p.
8. Kuzmichev V. V. Regularities of forest stand dynamics: principles and models. – Novosibirsk : Nauka, 2013. – 208 p.
9. Lugansky N. A., Nagimov Z. Ya. Structure and dynamics of pine stands in the Middle Urals. – Yekaterinburg : USU, 1994. – 140 p.