

УДК 630*182.5:630*5

ОСОБЕННОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МОДАЛЬНЫХ ПИХТАЧЕЙ В УСЛОВИЯХ КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ И ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Калачев В.А., Вайс А.А., Ануев Е.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологии
имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, e-mail: kalacheff.vladis@yandex.ru

В научном исследовании приведены результаты определения горизонтальной структуры пихтовых насаждений различных типологических групп в условиях Канской лесостепи и предгорной части Восточного Саяна. Объектом исследования явились модальные, смешанные пихтовые насаждения Канского и Мининского (Бирюсинское участковое лесничество) лесничеств. Канская группа пихтачей представлена разнотравным и зеленомошниковым типом леса, а пихтовые древостои в условиях Бирюсинского участкового лесничества – разнотравными и папоротниково-мшистыми. В рамках проведенной работы установлена густота пихтовых насаждений, вычислено среднее расстояние между древесными особями, определена горизонтальная структура с установлением типа пространственного размещения по классам возраста, для исследуемых типов леса и лесного района. С помощью программы CurveExpert 1.3 выполнен статистический анализ связи $M = f(L_{cp})$, так с высоким коэффициентом достоверности для пихтачей Канского лесничества применялась прогнозирующая функция Rational Function, а для пихтовых насаждений Мининского лесничества (Бирюсинского участкового лесничества) Reciprocal Quadratic. В результате полученных данных установлено, что в процессе роста вне зависимости от района исследования и типологической принадлежности тип пространственного размещения изменялся со случайного к групповому виду. Стадия распада древостоев начинается для разнотравного типа в период со 100 лет, а для зеленомошниковых и папоротниково-мшистых – с 80 лет. Интенсивный прирост запаса наблюдается при среднем расстоянии между деревьями 2,5–4,5 м. Максимальный запас установлен при среднем расстоянии между деревьями 5,0 м для пихтачей Мининского лесничества и 5,4 м для Канского лесничества. Также на основании полученных результатов предложены возрасты проведения различных видов выборочных рубок для пихтовых древостоев по районам исследования.

Ключевые слова: пихта сибирская, горизонтальная структура, запас, выборочные рубки, лесничество

FEATURES OF THE HORIZONTAL STRUCTURE OF MODAL FIR TREES IN THE CONDITIONS OF THE KANSK FOREST-STEPPE AND THE FOOTHILL PART OF THE EASTERN SAYAN

Kalachev V.A., Vays A.A., Anuev E.A.

Siberian State University of Science and Technologies of M.F. Reshetnev,
Krasnoyarsk, e-mail: kalacheff.vladis@yandex.ru

The scientific study presents the results of determining the horizontal structure of fir stands of various typological groups in the conditions of the Kansk forest-steppe and the foothill part of the Eastern Sayan. The object of the study was modal, mixed fir plantations of Kansk and Mininsky (Biryusinsky district forestry) forest districts. The Kansk group of fir trees is represented by a mixed-grass and green-mossy forest type, and fir stands in the conditions of the Biryusinsky district forestry are mixed-grass and fern-mossy. Within the framework of the work carried out, the density of fir stands was established, the average distance between tree individuals was calculated, the horizontal structure was determined with the establishment of the type of spatial placement by age classes, for the studied types of forest and forest area. Using the CurveExpert 1.3 program, a statistical analysis of the $M = f(L_{sr})$ relationship was performed, so the predictive function Rational Function was used with a high confidence coefficient for fir trees of the Kansk forest district, and the Reciprocal Quadratic function was used for fir stands of the Mininsky forest district (Biryusinsky district forest district). As a result of the obtained data, it was found that in the process of growth, regardless of the study area and typological affiliation, the type of spatial placement changed from a random to a group type. The stage of decay of stands begins for the mixed-grass type in the period from 100 years, and for green-mossy and fern-mossy from 80 years. Intensive growth of the stock is observed at an average distance between trees of 2.5-4.5 meters. The maximum margin is set at an average distance between trees of 5.0 meters for fir trees of the Mininsky forest area and 5.4 meters for the Kansk forest area. Also, on the basis of the obtained results, the dates of various types of selective logging for fir stands in the study areas are proposed.

Keywords: *Abies sibirica* L., horizontal structure, stock, selective logging, forestry

В настоящее время в области изучения и оценки пространственной структуры древесных насаждений проведено множество исследований.

Изучением вопроса занимались такие ученые, как А.В. Манов [1], В.Я. Грибанов [2], В.В. Прокопцев [3], Грейг-Смит [4], В.Ф. Ко-

вязин [5], О.П. Секретенко [6], П.Я. Грабарник [6], А.Н. Колобов [7], А.А. Вайс [8], Ю.И. Каганюк [9], А.С. Ермолова [10].

В.Я. Грибанов и В.В. Прокопцев пришли к выводу, что горизонтальная структура в молодых и средневозрастных древостоях соответствует групповому размещению,

а в спелых и приспевающих насаждениях отмечается равномерное расположение растений.

А.А. Вайс [11] отмечал, что наиболее перспективным методом определения типа размещения древесных растений является метод нулевых площадок. Установлено, что в пихтовых насаждениях южной части Средней тайги и в горных кедровых древостоях Западных Саян горизонтальная структура представлена регулярной структурой с групповым типом размещения деревьев и подроста.

Изучение горизонтальной агрегации лесных сообществ способствует определению и своевременному назначению лесохозяйственных мероприятий. Данная проблема актуальна в части ведения выборочного хозяйства в соответствии с действующими «Правилами заготовки древесины» [12].

На основании вышеизложенного изучение пространственной структуры темнохвойных лесов в условиях Средне-сибирского подтаежно-лесостепного и Алтае-Саянского горнотаежного района необходимо с точки зрения восполнения недостающих знаний и организации непрерывного лесопользования.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлись пихтовые насаждения двух типов леса (разнотравные и зеленомошные), расположенные на территории КГБУ «Канского лесничества» и двух типологических группах (разнотравные и папоротниково-мшистые) в Бирюсинском участковом лесничестве КГБУ «Мининское лесничество». Оценка горизонтальной структуры пихтачей проводилась на основании материалов Канского и Мининского лесничеств (Бирюсинского участкового лесничества), полученных в результате проведенных лесоустроительных работ в 2001 г. С учетом определения возрастной картины роста и развития пихтовых фитоценозов для каждого класса возраста, соответствующей типологической представленности и района исследования (лесничества), в случайном порядке подбирались не менее трех выделов. Критерием отбора и объединения являлись следующие особенности: пихтачи Канского района представлены 4 классом бонитета, полнотой насаждений 0,6, древостоями смешанными с долей участия породы пихта в составе от 4 до 8 единиц; пихтовыми насаждениями Бирюсинского участкового лесничества преимущественно класса

бонитета – 3, полнота насаждений 0,6–0,7, доля участия сопутствующих пород в составе от 2 до 5 единиц. Общее число выбранных лесных участков по Канскому лесничеству составляет 127 шт., а по Мининскому лесничеству (Бирюсинскому участковому лесничеству) 75 участков.

Определение пространственного размещения производилось в следующем порядке:

$$G = M / (H_{cp} + 3) * f_{эм}, \quad (1)$$

G – сумма площадей сечений, м²/га;

M – запас, м³/га;

H_{cp} – средняя высота, м;

$f_{эм}$ – эмпирическое видовое число (применительно для пихты – 0,40).

$$g_{cp} = \pi * d^2 / 40000, \quad (2)$$

g_{cp} – средняя площадь сечения, м²;

d – средний диаметр дерева в данном возрасте, см;

π – 3,14.

$$N = G / g_{cp}. \quad (3)$$

N – количество деревьев, шт/га.

$$L_{cp} = 107,2 / \sqrt{N} \quad (4)$$

L_{cp} – среднее расстояние между деревьями, м.

Результаты исследования и их обсуждение

Разнотравная группа пихтачей Канского лесничества представлена насаждениями с 1 по 10 класс возраста. Сопутствующие породы в составе – береза и осина. Участие хвойных пород следующее: кедр и ель с коэффициентами от 1 до 3 единиц имели запас в выборке от 15 до 230 м³/га. Площадь выделов менялась от 3 до 198 га.

Пихтачи зеленомошные вышеуказанного лесничества представлены насаждениями с 2 по 8 класс возраста. Участие березового элемента от 1 до 4 единиц в составе в основном в молодом и средневозрастном поколении. Осина встречается очень редко, запас варьировал от 30 до 230 м³/га. Площадь выделов от 2 до 89 га.

Пихтовые древостои разнотравного типа леса Бирюсинского участкового лесничества Мининского лесничества имели класс возраста с 2 по 7. Мяголиственные породы встречаются в составе от 1 до 5 %, сопутствующий хвойный элемент в составе представлен елью, лиственницей, реже кедром с участием от 1 до 3 единиц. Запас насаждений для отобранных классов возраста изменялся от 80 до 290 м³/га.

Таблица 1

Размещение пихтовых насаждений Канского и Мининского лесничеств по классам возраста

Класс возраста	Канское лесничество						Бирюсинское участковое лесничество КГБУ «Мининское лесничество»					
	Пихтач разноправный			Пихтач зеленомошный			Пихтач разноправный			Пихтач папоротниково-мшистый		
	Среднее рас- стояние между деревьями, м	Процент выделов раз- личного типа разме- щения деревьев, %	Среднее расстояние между дере- вьями, м	Процент выделов различного типа размещения дере- вьев, %	Среднее расстояние между дере- вьями, м	Процент выделов различного типа размещения дере- вьев, %	Среднее рас- стояние между деревьями, м	Процент выделов раз- личного типа разме- щения деревьев, %	Среднее рас- стояние между деревьями, м	Процент выделов раз- личного типа разме- щения деревьев, %		
I	0,6-1,5	Случайное – 100,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
II	0,6-2,8	Случайное – 100,0	1,2-2,1	Случайное – 100,0	1,5-2,9	Случайное – 100,0	Случайное – 100,0	1,8-2,9	Случайное – 100,0	Случайное – 100,0	Случайное – 100,0	
III	2,6-3,4	Случайное – 100,0	2,9-3,2	Случайное – 100,0	3,3-3,6	Случайное – 100,0	Случайное – 100,0	2,7-4,0	Случайное – 100,0	Случайное – 100,0	Случайное – 100,0	
IV	3,2	Случайное – 100,0	2,8-4,0	Случайное – 100,0	3,6-3,8	Случайное – 100,0	Случайное – 100,0	3,6-4,2	Случайное – 100,0	Случайное – 100,0	Случайное – 100,0	
V	3,5-3,6	Случайное – 100,0	3,5-4,6	Случайное – 81,8 Групповое – 18,2	3,6-4,4	Случайное – 100,0	Случайное – 100,0	3,6-5,0	Случайное – 76,7 Групповое – 33,3	Случайное – 76,7 Групповое – 33,3	Случайное – 76,7 Групповое – 33,3	
VI	3,9-4,6	Случайное – 76,7 Групповое – 33,3	3,8-4,9	Случайное – 43,5 Групповое – 56,5	3,9-5,3	Случайное – 40,0 Групповое – 60,0	Случайное – 40,0 Групповое – 60,0	4,4-4,9	Случайное – 76,7 Групповое – 33,3	Случайное – 76,7 Групповое – 33,3	Случайное – 76,7 Групповое – 33,3	
VII	4,1-5,4	Случайное – 20,0 Групповое – 80,0	4,1-5,4	Случайное – 46,7 Групповое – 53,3	5,0	Групповое – 100,0	Групповое – 100,0	4,7-5,2	Групповое – 100,0	Групповое – 100,0	Групповое – 100,0	
VIII	4,6-5,9	Групповое – 100,0	4,6	Групповое – 100,0	–	–	–	5,0	Групповое – 100,0	Групповое – 100,0	Групповое – 100,0	
IX	5,1-5,9	Групповое – 100,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
X	5,3-5,4	Групповое – 100,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	

Папоротниково-мшистые пихтачи на территории Мининского лесничества представлены насаждениями со 2 по 8 класс возраста. Сопутствующие породы ель, лиственница, кедр участвуют в составе от 2–4 единиц, доля участия пород березы и осины варьирует в составе от 5 до 20%. Изменчивость запаса от 50 до 310 м³/га.

Густота пихтовых насаждений Канского лесничества для разнотравной группы варьировала от 326 до 28435 шт/га, а в зеленомошниковых пихтачах от 393 до 2488 шт/га. В пихтачах Бирюсинского участкового лесничества количество деревьев от 415 до 5444 шт/га для разнотравной группы и 422–4915 шт/га для папоротниково-мшистых типов леса.

Горизонтальная структура агрегации деревьев по площади может быть представлена тремя типами размещения: случайным, равномерным и групповым. В рамках проведенного исследования А.А. Вайс [13] установил, что при среднем расстоянии между деревьями < 4,5 м наблюдается случайное размещение, а в случае расстояния ≥ 4,5 м с высокой долей вероятности можно прогнозировать наличие группового размещения. Результаты определения среднего расстояния между деревьями и установления типа размещения пихтовых насаждений Канского лесничества представлены в табл. 1.

Для пихтовых насаждений разнотравного типа леса Канского и Мининского лесничеств с I по V класс возраста характерно случайное размещение деревьев, VI и VII класс возраста пихтачей Канского лесничества и VI класс возраста пихтачей Мининского лесничества является переходным от случайного к групповому размещению с учетом повышения участков с групповым размещением. Начиная с VIII по X в Канском и с VII класса возраста Мининском (Бирюсинского участкового лесничества) лесничествах, пихтовые насаждения имеют групповое расположение деревьев (табл. 1).

В пихтачах зеленомошных Среднесибирского подтаежно-лесостепного (Кан-

ское лесничество) и Алтае-Саянского горнотаежного районов (Бирюсинское участковое лесничество) процесс перехода размещения деревьев от случайного к групповому типу с возрастом имеет следующие тенденции: случайное (I–IV класс возраста, для обоих лесничеств), случайное и групповое (V–VII класс Канское и V–VI Мининское лесничество), групповое (VIII класс Канское и VII–VIII Мининское лесничество) (табл. 1).

С целью определения аппроксимирующей кривой запасов пихтовых насаждений на 1 га с учетом среднего расстояния между деревьями по районам исследования в программе CurveExpert 1.3 для соответствующих типологических групп установлена оптимальная регрессионная модель. Аппроксимация связи $M = f(L_{cp})$ выполнена с помощью функции Rational Function для пихтачей Канского лесничества и Reciprocal Quadratic для пихтовых древостоев Мининского лесничества.

Прогнозирующие уравнения имеют следующий вид

$$M = (a + (b * L_{cp})) / (1 + (c * L_{cp}) + (d * L_{cp}^2)) \quad (5)$$

$$M = 1 / ((a + (b * L_{cp})) + (c * (L_{cp}^2))) \quad (6)$$

M – запас, м³/га;

L_{cp} – среднее расстояние между деревьями, м;

a, b, c, d – коэффициенты уравнения.

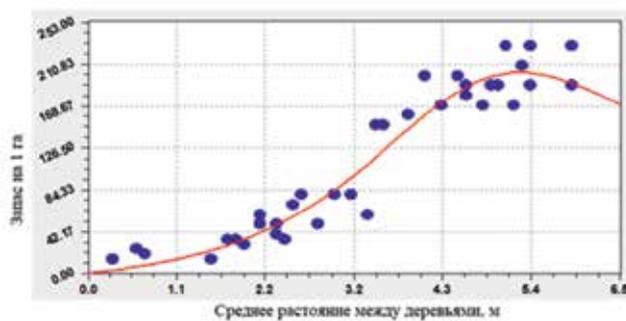
Коэффициент детерминации (R²) прогнозирующей функции по Канскому району исследования для разнотравных пихтачей составил 0,96 и для зеленомошниковых древостоев 0,84. Для территории Мининского лесничества (Бирюсинское участковое лесничество) достоверность функции для разнотравья составила 0,86, а для папоротниково-мшистых 0,78. При этом стандартная ошибка имела значения 20,4 и 26,0 м³/га по Канскому лесничеству и 23,9 и 46,9 м³/га – по Мининскому.

Флуктуация точек и прогнозирующие кривые представлены на рисунке.

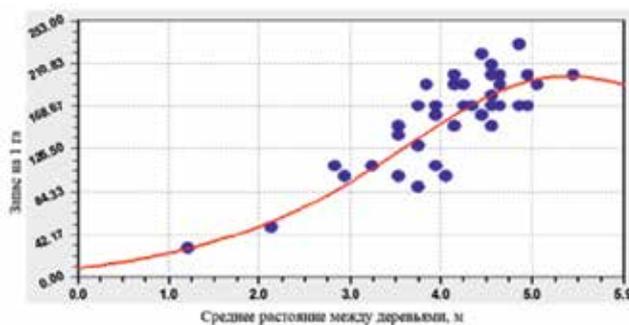
Таблица 2

Коэффициенты уравнения

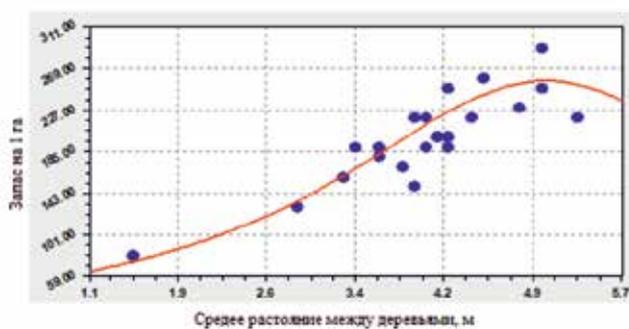
Лесничество	Тип леса	Коэффициенты уравнения			
		a	b	c	d
Канское лесничество	Пихтач разнотравный	0,6253	8,6407	-0,3363	0,0360
	Пихтач зеленомошный	9,6029	8,0802	-0,3161	0,0335
Бирюсинское участковое лесничество Мининского лесничества	Пихтач разнотравный	0,0233	-0,0077	0,0008	–
	Пихтач папоротниково-мшистый	0,0248	-0,0080	0,0008	–



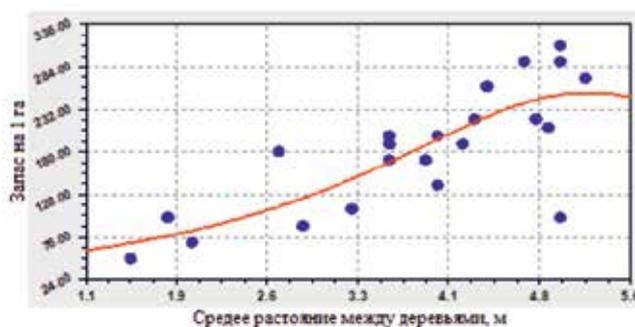
а) Пихтовые насаждения разнотравной группы



б) Пихтовые насаждения зеленомошной группы



в) Пихтовые насаждения разнотравной группы



г) Пихтовые насаждения папоротниково-мошистой группы

Связь запаса и среднего расстояния между деревьями в пихтовых насаждениях Канского лесничества (а, б) и Бирюсинского участкового лесничества Мининского лесничества (в, г)

Таблица 3

Выравненные значения запасов в зависимости от среднего расстояния между деревьями

Расстояния между деревьями, м	Канское лесничество		Бирюсинское участковое лесничество, Мининское лесничество	
	Запас пихтачей разнотравных, м ³ /га	Запас пихтачей зеленомошных, м ³ /га	Запас пихтачей разнотравных, м ³ /га	Запас пихтачей папоротниково-мшистых, м ³ /га
0,1	2	11	44	42
0,5	6	16	51	48
1	13	25	61	57
1,5	24	36	74	69
2	38	51	91	84
2,5	58	71	114	104
3	84	96	142	129
3,5	117	125	176	160
4	152	155	212	196
4,5	183	180	243	229
5	200	195	257	250
5,5	201	197	246	249
6	188	188	217	226
6,5	169	173	180	192

Необходимо отметить, что в исследуемых типах леса Канского лесничества облако данных и выравненные кривые имеют схожие траектории. При этом в разнотравных пихтачах интенсивный прирост запаса наблюдался при среднем расстоянии между деревьями 3,0–4,5 м. В зеленомошниковых пихтачах запас интенсивно увеличивался при средних расстояниях между деревьями 2,5–4,0 м.

Мининскому лесничеству по обеим типологическим группам исследования свойственны схожие тенденции прогнозирующих кривых. Необходимо отметить, что облако данных по папоротниково-мшистым пихтачам имеет рассеянное состояние (значительный разброс точек). Прирост запаса в зависимости от среднего расстояния между деревьями протекает интенсивно для разнотравного типа леса при междревесном расстоянии 3,0–4,5 м и 2,5–4,5 м для папоротниково-мшистой представленности.

Выравненные значения регрессионных моделей (5, 6) представлены в табл. 3.

Максимальные значения по запасу в пихтовых насаждениях Канского лесничества, вне зависимости от типа леса, наблюдались в диапазоне 5,0–5,5 м среднего расстояния между деревьями, при этом для пихтачей Мининского лесничества 4,5–5,0 м среднего расстояния между деревьями (табл. 3).

Заключение

В результате проведенного исследования получен ряд выводов.

– В процессе роста пихтовых насаждений в двух территориально-разобценных лесничествах вне зависимости от типологической расположенности размещение деревьев менялось со случайного на групповой характер;

– В обоих районах исследования для разнотравного типа пихтачей с возраста 100 лет, в зеленомошниковых и папоротниково-мшистых с 80 лет начинается стадия распада древостоя (происходит смена горизонтальной представленности, а именно переход размещения деревьев со случайного на групповой тип);

– С VI класса возраста в пихтовых насаждениях разнотравной группы и с V в зеленомошниковых и папоротниково-мшистых древостоях, расположенных в Канском и Мининском (Бирюсинском участковом лесничестве) лесничествах целесообразно проведение добровольно-выборочных рубок, а с VIII класса возраста в Канском и VII класса возраста в Мининском лесничестве, возможно, рекомендовать назначение группово-выборочных рубок.

– Распределение запасов в зависимости от среднего расстояния между деревьями показало, что запас пихтачей зеленомошных Канского и разнотравных и папорот-

никово-мшистых Мининского лесничеств в основном сконцентрирован при высоких средних расстояниях.

– Выход максимальных значений запаса в пихтачах Канского лесничества наблюдался при среднем расстоянии между деревьями 5,4 м, а в Мининском лесничестве среднее расстояние между деревьями составило 5,0 м.

Таким образом, разница в продуктивности пихтачей Канского и Мининского лесничества обусловлена влиянием климатических и орографических факторов. При этом в типологическом разделении различие вызвано действием эдафических факторов и выражено при случайном размещении, когда среднее расстояние между деревьями меньше 4,0 м.

Изучение горизонтальной структуры пихтовых насаждений необходимо проводить с целью организации рационального лесопользования на территории Канского и Мининского лесничеств, а также восполнения имеющихся исследований в данной области и урегулирования возникших вопросов.

Список литературы / References

1. Манов А.В. Горизонтальная структура древостоя и подростка ельника разнотравно-черничного Средней тайги Республики Коми // Лесоведение. 2019. № 4. С. 286–293.
1. Manov A.V. Horizontal structure of the forest stand and undergrowth of the mixed-herb-blueberry spruce forest of the Middle taiga of the Komi Republic // Lesovedeniye. 2019. No. 4. P. 286–293 (in Russian).
2. Грибанов В.Я. Пространственная структура сосновых и лиственных деревьев. Продуктивность лесных фитоценозов: сб. ст. Красноярск: ИЛиД, 1984. С. 42–47.
2. Gribanov V.Ya. Spatial structure of pine and deciduous trees. Productivity of forest phytocenoses: collection of articles Krasnoyarsk: ILiD, 1984. P. 42–47 (in Russian).
3. Прокопцев В.В. Лесоводственно-таксационный анализ роста и пространственной структуры сосняков зеленомошников Брянского массива в связи с рубками ухода: автореф. дис.... канд. сельхоз. наук. Брянск, 1997. 21 с.
3. Prokoptsev V.V. Lesovodstvenno-taksatsionnyy analiz rosta i spatialnoy struktury sosnyakov zelenomoshnikov Bryanskogo massiv v svyazi s felling care: avtoref. dis.... kand.s.-kh. nauk. Bryansk, 1997. 21 p. (in Russian).
4. Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М.: Мир, 1976. 778 с.
4. Greig-Smith P. Quantitative ecology of plants. M.: Mir, 1976. 778 p. (in Russian).
5. Ковязин В.Ф., Фам Тхи Хьен Лыонг. Горизонтальная структура фитоценозов курортного лесопарка Санкт-Петербурга в условиях интенсивной рекреационной нагрузки // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. № 223. С. 127–139.
5. Kovyazin V.F., Pham Thi Hien Luong Horizontal structure of phytocenoses of the resort forest park of St. Petersburg in the conditions of intensive recreational load // Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii. 2018. No. 223. P. 127–139 (in Russian).
6. Секретенко О.П., Грабарник П.Я. Анализ горизонтальной структуры древостоев методами случайных точечных полей // Сибирский лесной журнал. 2015. № 3. С. 32–44.
6. Sekretenko O.P., Grabarnik P.Ya. Analysis of the horizontal structure of forest stands by methods of random point fields // Sibirskiy lesnoy zhurnal. 2015. No. 3. P. 32–44 (in Russian).
7. Колобов А.Н., Лонкина Е.С., Фрисман Е.Я. Моделирование и анализ горизонтальной структуры смешанных древостоев (на примере пробных площадей заповедника «Бастак» в Среднем Приамурье) // Сибирский лесной журнал. 2015. № 3. С. 45–56.
7. Kolobov A.N., Lonkina E.S., Frisman E.Ya. Modeling and analysis of the horizontal structure of mixed stands (on the example of the test areas of the «Bastak» reserve in the Middle Amur region) // Sibirskiy lesnoy zhurnal. 2015. No. 3. P. 45–56 (in Russian).
8. Вайс А.А., Кербис Е.С. Особенности учёта горизонтальной и вертикальной структуры березовых насаждений при организации выборочного хозяйства // Эпоха науки. 2019. № 17. С. 89–96.
8. Vays A.A., Kerbis E.S. Features of accounting for the horizontal and vertical structure of birch stands in the organization of selective farming // Epokha nauki. 2019. No. 17. P. 89–96. (in Russian).
9. Каганяк Ю.И., Регуш Н.В. Горизонтальная структура буковых насаждений Закарпатья // Наукові праці лісівничої академії наук України. 2014. № 12. С. 135–139.
9. Kaganyak Yu.I., Regush N.V. Horizontal structure of beech plantations in Transcarpathia // Naukovi pratsi lisivnychoyi akademii nauk Ukrayiny. 2014. No. 12. P. 135–139 (in Russian).
10. Ермолова А.С. Динамика горизонтальной структуры пойменных болотополевников // Наука вчера, сегодня, завтра: материалы научно-практической конференции (г. Воронеж, 05–09 сентября 2016 г.). Воронеж: Изд-во Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2016. С. 311–315.
10. Yermolova A.S. Dynamics of the horizontal structure of floodplain belotopolevniki // Nauka yesterday, today, tomorrow: materials of the scientific and practical conference (g. Voronezh, 05–09 sentyabrya 2016 g.). Voronezh: Izd-vo Voronezhskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. Imperatora Petra I, 2016. P. 311–315 (in Russian).
11. Вайс А.А. Горизонтальная структура древостоев средней Сибири // Научный журнал КубГАУ. 2009. № 45 (1). С. 166–181.
11. Vays A.A. Horizontal structure of forest stands in Central Siberia // Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2009. № 45 (1). P. 166–181 (in Russian).
12. Правила заготовки древесины, утверждены приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 01.12.2020 № 993 «Об утверждении правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации».
12. Rules of wood harvesting, approved by the order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation of 01.12.2020 No. 993 «On approval of the rules of wood harvesting and features of wood harvesting in forest areas, forest parks specified in Article 23 of the Forest Code of the Russian Federation» (in Russian).
13. Вайс А.А. Научные основы оценки горизонтальной структуры древостоев для повышения их устойчивости и продуктивности (на примере насаждений Западной и Восточной Сибири): дис. ... докт. сельхоз. наук. Красноярск, 2014. 480 с.
13. Vays A.A. Scientific bases of assessment of the horizontal structure of stands for increasing their stability and productivity (on the example of plantings in Western and Eastern Siberia): dis. ... dokt. s.-kh. nauk. Krasnoyarsk, 2014. 480 p. (in Russian).