

УДК 630*566

И. В. Толкач¹, А. В. Таркан², В. В. Коцан¹, А. А. Пушкин¹, С. С. Цай¹¹Белорусский государственный технологический университет²Лесоустроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес»**ТАБЛИЦЫ ДИНАМИКИ СРЕДНИХ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЧИСТЫХ МОДАЛЬНЫХ СОСНЯКОВ БЕЛАРУСИ**

В публикации дан краткий анализ современных трендов развития лесного хозяйства в области цифровизации, описаны возможности использования повыведельного банка данных для анализа состояния лесного фонда. Рассмотрены методы составления таблиц, отражающих ход роста и возрастную динамику таксационных показателей древостоев, группировки опытных данных по принадлежности древостоев одному естественному ряду роста и развития. Особо выделен метод составления таблиц динамики таксационных показателей модальных древостоев, предложенный академиком Анучиным Н. П. В основу метода положена статистическая обработка массовых производственных данных – материалов таксации насаждений при проведении лесоустройства. Кратко описаны методика и программное обеспечение, использованные для формирования таблиц, а также приведены таблицы динамики средних таксационных показателей чистых модальных сосновых древостоев Беларуси в возрасте 11–160 лет. Выполнен анализ распределения площадей чистых сосновых древостоев по классам возраста и типам леса, возрастной динамики средних диаметров, высот, полнот и запасов. Отмечено увеличение с возрастом показателей среднего диаметра и высоты, постепенное после 40–50 лет снижение относительной полноты, которое приводит к снижению текущего изменения среднего запаса древостоев.

Ключевые слова: лесной фонд, чистые сосновые древостои, тип леса, цифровизация лесного хозяйства, таблицы динамики таксационных показателей, хозяйственная деятельность, ход роста.

Для цитирования: Толкач И. В., Таркан А. В., Коцан В. В., Пушкин А. А., Цай С. С. Таблицы динамики средних таксационных показателей чистых модальных сосняков Беларуси // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2025. № 1 (288). С. 15–23. DOI: 10.52065/2519-402X-2025-288-2.

I. V. Tolkach¹, A. V. Tarkan², V. V. Kotsan¹, A. A. Pushkin, S. S. Tsai¹¹Belarusian State Technological University²Republical Unitary Enterprise Forest Inventory “Belgosles”**TABLES OF DYNAMICS OF AVERAGE TAXATION INDEXES
OF PURE MODAL PINE FORESTS OF BELARUS**

The publication provides a brief analysis of current trends in the development of forestry in the field of digitalization, the possibility of using a forestry data bank to analyze the stand of the forest fund. The methods of compiling tables reflecting the course of growth and age dynamics of the taxation indexes of stands, grouping experimental data on the belonging of stands to one natural series of growth and development are considered. The method of compiling tables of the dynamics of taxation indexes of modal stands, proposed by academician N. P. Anuchin, is highlighted. The method is based on statistical processing of mass production data – materials of taxation of crops during forest management. The methodology and software used to form the tables are briefly described, as well as tables of the dynamics of average taxation indexes of pure modal pine stands in Belarus aged 11–160 years. The analysis of the distribution of areas of pure pine stands by age classes and types of forest, age dynamics of average diameters, heights, completeness and stocks of pine stands was performed. There was an increase in the average diameter and height with age, a gradual decrease in relative completeness after 40–50 years, which leads to a decrease in the current change in the average stock of trees.

Keywords: forest fund, pure pine stands, forest type, digitalization of forestry, tables of dynamics of taxation indicators, economic activity, the course of growth.

For citation: Tolkach I. V., Tarkan A. V., Kotsan V. V., Tsai S. S. Tables of dynamics of average taxation indexes of pure modal pine forests of Belarus. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2025, no. 1 (288), pp. 15–23 (In Russian).

DOI: 10.52065/2519-402X-2025-288-2.

Введение. По данным лесного кадастра, на 1 января 2024 г. 4036,06 тыс. га, или 48,3%, лесов представлены насаждениями сосны обыкновенной [1].

За последние десятилетия изучением состояния и динамики сосновых лесов Беларуси занимались В. Ф. Багинский, Л. Н. Рожков, В. Е. Ермаков,

Н. Ф. Ловчий, К. В. Лабоха, Д. В. Шиман и другие ученые [2–8]. Ими выполнен анализ возрастной структуры основных лесов, распределений площадей по основным таксационным показателям, составлены таблицы их динамики.

Активное хозяйственное воздействие, природные и антропогенные катаклизмы приводят к существенным изменениям состояния лесов за сравнительно небольшие временные периоды, поэтому использование таблиц хода роста, таблиц динамики таксационных показателей модальных древостоев, разработанных 30 или 20 лет назад, может привести к принятию ошибочных решений.

Интенсивное и устойчивое ведение лесного хозяйства требует быстрого реагирования и принятия оптимальных решений, основанных на анализе фактического состояния лесного фонда отдельного предприятия или республики в целом [9]. Оптимальные решения могут приниматься только путем обобщения и анализа актуальной и своевременно-полученной информации.

Современным трендом развития в соответствии с «Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы», утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 29 июля 2021 г. № 292, Государственной программой «Белорусский лес» на 2021–2025 гг., перспективным направлением деятельности, определенным в «Стратегическом плане развития лесохозяйственной отрасли на период с 2015 по 2030 годы» [10], является цифровизация отрасли лесного хозяйства, предназначенная для повышения эффективности управления лесами, лесными ресурсами и работы отрасли в целом.

В 2022 г. разработана «Концепция цифровизации лесного хозяйства Республики Беларусь», предусматривающая в том числе разработку информационной системы «Банк данных лесов», позволяющую в перспективе получать актуальную информацию о лесном фонде и лесных ресурсах на любом уровне агрегации. В настоящее время создан и работает геопортал земельно-информационной системы, включающий полную базу данных о лесах Беларуси (<https://gismap.by/next/>), что дает возможность использовать уже сегодня имеющиеся информационные ресурсы для автоматизированного формирования таблиц динамики таксационных показателей модальных древостоев с целью оценки фактического состояния лесов и показателей лесного фонда.

Основная часть. Сегодня известны различные методы составления таблиц, отражающих ход роста и возрастную динамику таксационных показателей древостоев. В их основе, как правило, лежит первичная группировка опытных данных по естественным рядам роста и развития.

В идеальном случае ход роста можно представить множественными наблюдениями и

измерениями одного или нескольких древостоев на протяжении всего жизненного цикла: от формирования до распада [11, 12]. Такой метод периодически повторяющихся наблюдений теоретически возможен, но его сложно реализовать на практике из-за длительности самого периода, что при современной интенсивности хозяйствования неприемлемо.

В этой связи большинство методов основываются на данных разовой таксации древостоев на временных площадях или повторяющихся через 5–10 лет данных таксации на стационарах.

Наиболее сложной задачей по-прежнему является объединение опытных объектов в естественные ряды роста. Оно может проводиться на основе данных анализа хода роста стволов модельных деревьев (аналитический метод), путем формирования одной линии роста из множества отрезков, построенных по результатам повторных обмеров на стационарах в течение 10–20-летнего периода (метод Гейера), за счет объединения по сходству условий произрастания (типологический метод), производительности (объединение по классам бонитета), на основе графиков и функций, отражающих взаимосвязи между таксационными показателями или типовые линии роста (методы ЦНИИЛХ, Бауэра, Корсуня, ВНИИЛМ) [11, 12]. Авторами предложены и другие методы группировки насаждений в естественные ряды роста и развития, однако практически во всех случаях для оценки таксационных показателей древостоев требуется закладка достаточно большого количества временных или постоянных пробных площадей [13–15].

Отдельно следует выделить метод составления таблиц динамики таксационных показателей модальных древостоев, предложенный академиком Ануциным Н. П., в основу которого положена статистическая обработка материалов таксации насаждений при проведении лесоустройства [11]. Несмотря на отсутствие этапа группировки древостоев в естественные ряды роста и развития, такие таблицы построены на большом количестве натурных данных и отражают фактическое состояние лесов, что дает возможность опосредованно судить в том числе о хозяйственном воздействии.

В качестве источника информации послужила выделенная база данных лесного фонда Беларуси. Исходные данные были сформированы SQL-запросом из реляционной СУБД PostgreSQL. Отобраны чистые (10С) сосновые древостои в возрасте 11–160 лет. Общее количество выделов составило 603 002 шт., занимаемая ими площадь – 1579,1 тыс. га.

Распределение количества выделов и площадей по типам леса и классам возраста отражено в табл. 1. Наиболее представлены сосняки мшистые, занимающие 47,7% площади, и сосняки орляковые – 21,2%.

Таблица 1

**Распределение количества выделов и площадей по типам леса и классам возраста
(числитель – количество выделов, шт.; знаменатель – площадь, га)**

Тип леса	Класс возраста								Итого
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
С. багульниковый	<u>97</u>	<u>690</u>	<u>2341</u>	<u>6107</u>	<u>7573</u>	<u>1816</u>	<u>455</u>	<u>97</u>	<u>19 176</u>
	475	2475	9618	23 572	28 027	6276	1691	356	72 490
С. брусничный	<u>66</u>	<u>102</u>	<u>299</u>	<u>405</u>	<u>549</u>	<u>253</u>	<u>95</u>	<u>36</u>	<u>1805</u>
	104	210	730	1066	1294	482	241	64	4191
С. вересковый	<u>1952</u>	<u>6029</u>	<u>11 524</u>	<u>6634</u>	<u>2622</u>	<u>851</u>	<u>258</u>	<u>53</u>	<u>29 923</u>
	2916	10 370	23 755	14 807	5110	1869	636	132	59 595
С. долгомошный	<u>256</u>	<u>827</u>	<u>2570</u>	<u>9661</u>	<u>9492</u>	<u>1244</u>	<u>191</u>	<u>19</u>	<u>24 260</u>
	404	1309	4460	20 009	20 917	2581	335	27	50 042
С. кисличный	<u>211</u>	<u>281</u>	<u>4039</u>	<u>9954</u>	<u>3605</u>	<u>337</u>	<u>68</u>	<u>5</u>	<u>18 500</u>
	261	300	7269	21 861	7903	776	176	19	38 565
С. лишайниковый	<u>330</u>	<u>1841</u>	<u>2676</u>	<u>778</u>	<u>181</u>	<u>46</u>	<u>23</u>	<u>2</u>	<u>5877</u>
	406	2988	5066	1648	487	79	55	2	10 731
С. мшистый	<u>11 985</u>	<u>20 757</u>	<u>92 396</u>	<u>117 551</u>	<u>42 488</u>	<u>5786</u>	<u>800</u>	<u>66</u>	<u>291 829</u>
	19 599	34 162	223 483	333 979	124 000	15 904	1644	119	752 890
С. орляковый	<u>4065</u>	<u>6825</u>	<u>49 150</u>	<u>62 971</u>	<u>16 687</u>	<u>1341</u>	<u>160</u>	<u>19</u>	<u>141 218</u>
	6341	9770	110 372	159 549	44 967	3575	390	69	335 033
С. осоково-сфагно- вый	<u>56</u>	<u>1023</u>	<u>2485</u>	<u>3777</u>	<u>4006</u>	<u>920</u>	<u>246</u>	<u>44</u>	<u>12 557</u>
	403	9212	22 132	31 257	29 353	5722	1777	354	100 210
С. осоковый	<u>137</u>	<u>431</u>	<u>629</u>	<u>874</u>	<u>878</u>	<u>303</u>	<u>53</u>	<u>5</u>	<u>3310</u>
	707	1028	2284	3028	3301	1016	249	11	11 624
С. приручейно-тра- вяной	<u>15</u>	<u>23</u>	<u>13</u>	<u>28</u>	<u>44</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>0</u>	<u>129</u>
	14	20	37	44	85	13	11	0	224
С. сфагновый	<u>1</u>	<u>18</u>	<u>76</u>	<u>188</u>	<u>160</u>	<u>51</u>	<u>25</u>	<u>14</u>	<u>533</u>
	1	99	970	1877	2039	443	495	48	5972
С. черничный	<u>1365</u>	<u>1408</u>	<u>8413</u>	<u>25 007</u>	<u>18 014</u>	<u>2362</u>	<u>302</u>	<u>14</u>	<u>56 885</u>
	2067	2345	18 937	61 565	45 954	5922	698	33	137 521
Всего	<u>20 536</u>	<u>40 255</u>	<u>176 611</u>	<u>243 935</u>	<u>106 299</u>	<u>15 314</u>	<u>2678</u>	<u>374</u>	<u>606 002</u>
	33 698	74 288	429 113	674 262	313 437	44 658	8398	1234	1 579 088

На долю сосняков черничных приходится 8,7, осоково-сфагновых – 6,3, багульниковых – 4,6, вересковых – 3,8, долгомошных – 3,2, кисличных 2,4% от общей площади. Площадь остальных типов леса незначительна и составляет чуть более 2%. Возрастная структура неравномерна, преобладают древостои IV – 42,7%, III – 27,2% и V – 19,8% классов возраста. Сосняки II класса возраста занимают 4,7%, VI – 2,8%, I – 2,1%, VII и VIII – 0,6%.

Динамика средних значений (X) основных таксационных показателей древостоев и их статистик (S_x – ошибки среднего значения; σ – среднеквадратического отклонения) приводится в табл. 2.

Расчет средних значений диаметров, высот, запасов и относительных полнот, их ошибок, среднеквадратических отклонений, а также построение графиков выполнено с использованием языка программирования R в среде RStudio. Преимуществом такого подхода является возможность автоматизированного построения таблиц

динамики для других древесных видов. Все значения статистик рассчитывались как величины, средневзвешенные по площади. Визуальное отображение сглаженных кривых возрастной динамики показателей приводится на рисунке.

Анализ данных табл. 2 и рисунка показывает, что практически во всех типах леса с увеличением возраста увеличиваются средние диаметры и высоты. При этом увеличение значений средних диаметров происходит на протяжении всего анализируемого возрастного периода (11–160 лет). Исключение составляют сосняки лишайниковые, долгомошные и приручейно-травяные, в которых значения среднего диаметра после 100–120 лет снижаются, что объясняется малым количеством наблюдений (выделов) в VII и VIII классах возраста.

Увеличение значений средних высот до возраста 80–90 лет происходит достаточно интенсивно, а затем снижается и остается практически постоянным.

Таблица 2

**Динамика средних таксационных показателей чистых сосновых модальных древостоев
по классам возраста и типам леса**

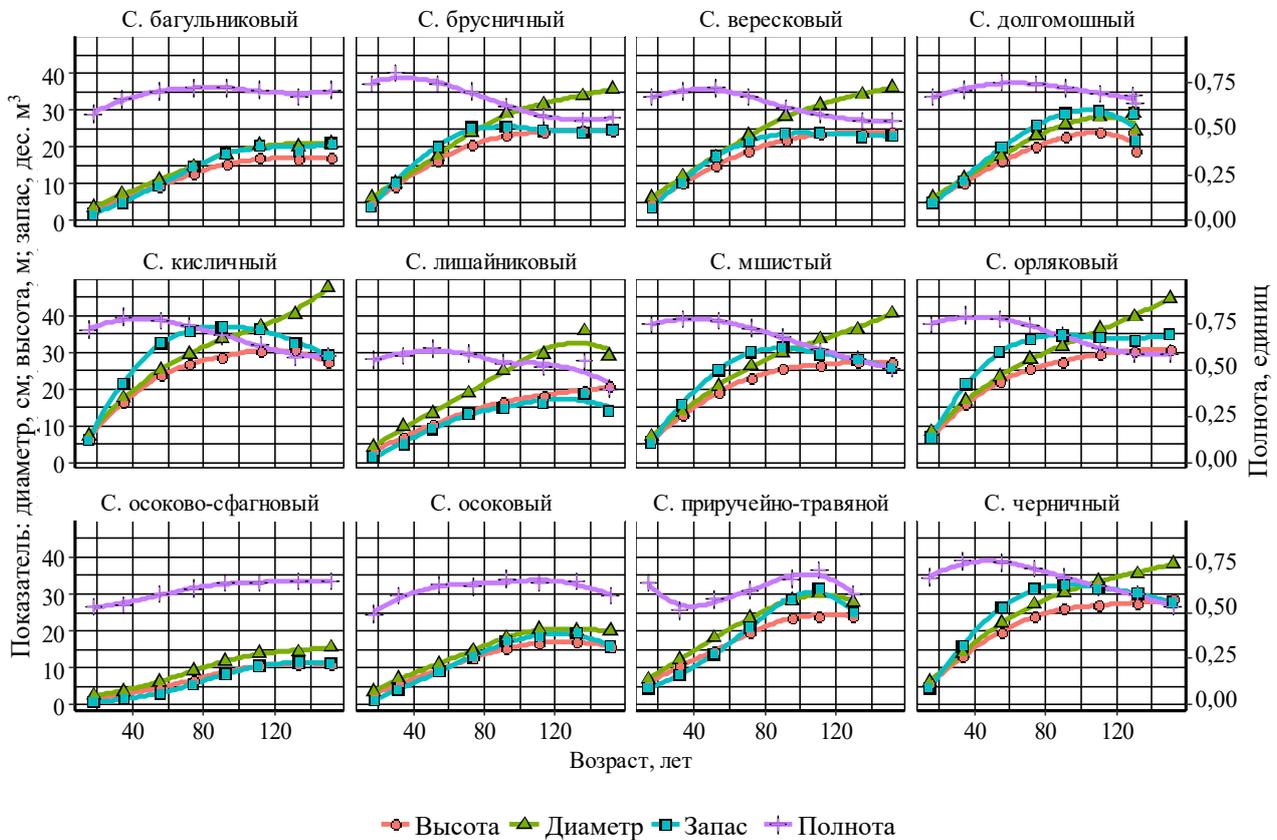
Класс возраста	Возраст, лет			Высота, м			Диаметр, см			Бонитет			Полнота			Запас, м ³		
	X	S _x	σ	X	S _x	σ	X	S _x	σ	X	S _x	σ	X	S _x	σ	X	S _x	σ
Сосняк багульниковый																		
I	17,6	0,21	4,5	3,0	0,09	1,9	3,5	0,08	1,7	4,3	0,02	0,5	5,8	0,04	0,8	18	0,8	17,9
II	34,1	0,13	6,3	6,0	0,04	1,9	7,3	0,07	3,3	4,5	0,01	0,5	6,6	0,03	1,2	49	0,5	25,2
III	54,7	0,06	5,7	9,3	0,02	2,0	10,9	0,03	3,0	4,6	0,01	0,5	7,0	0,01	1,1	95	0,3	32,5
IV	74,2	0,03	5,4	12,8	0,01	2,2	14,7	0,02	2,8	4,5	0,00	0,5	7,2	0,01	1,0	146	0,3	39,9
V	92,4	0,03	5,6	15,4	0,01	2,3	18,1	0,02	3,2	4,5	0,00	0,5	7,2	0,01	0,9	183	0,3	42,4
VI	111,6	0,08	6,1	16,9	0,03	2,3	20,6	0,04	3,5	4,5	0,01	0,5	7,1	0,01	1,0	202	0,6	46,0
VII	133,6	0,15	6,0	16,5	0,06	2,3	20,0	0,09	3,8	4,7	0,01	0,5	6,7	0,03	1,1	189	1,1	46,4
VIII	152,0	0,25	4,8	17,2	0,14	2,7	21,1	0,19	3,6	4,7	0,03	0,5	7,1	0,05	1,0	209	2,8	53,6
Сосняк брусничный																		
I	16,2	0,32	3,3	4,8	0,14	1,4	6,2	0,27	2,7	2,3	0,05	0,5	7,4	0,10	1,0	38	1,5	15,5
II	30,0	0,39	5,7	9,2	0,15	2,1	10,1	0,19	2,8	2,4	0,03	0,5	8,0	0,09	1,3	103	2,1	30,6
III	53,8	0,21	5,7	16,4	0,07	1,8	17,6	0,11	3,0	2,2	0,01	0,4	7,4	0,04	1,0	201	1,2	33,4
IV	72,8	0,18	5,7	20,7	0,05	1,6	24,0	0,09	2,9	2,1	0,01	0,4	7,0	0,03	1,0	253	1,3	43,0
V	92,5	0,15	5,5	23,1	0,04	1,5	29,0	0,09	3,4	2,4	0,01	0,5	6,2	0,03	0,9	255	1,3	45,2
VI	113,2	0,25	5,6	24,0	0,07	1,6	31,6	0,18	3,9	2,7	0,02	0,4	5,7	0,05	1,1	245	2,5	54,2
VII	135,3	0,36	5,6	24,6	0,09	1,4	33,8	0,24	3,8	2,8	0,02	0,4	5,4	0,06	0,9	239	2,8	43,5
VIII	152,2	0,52	4,1	24,5	0,16	1,2	35,6	0,33	2,7	3,0	0,02	0,2	5,6	0,14	1,1	247	6,5	51,9
Сосняк вересковый																		
I	16,3	0,06	3,1	4,8	0,03	1,5	6,2	0,04	2,4	2,4	0,01	0,5	6,7	0,02	1,3	36	0,3	18,2
II	33,5	0,06	5,8	10,1	0,02	2,2	12,1	0,03	3,0	2,6	0,00	0,5	7,0	0,01	1,2	104	0,4	36,5
III	52,4	0,04	5,6	15,0	0,01	1,9	17,3	0,02	2,9	2,5	0,00	0,5	7,2	0,01	1,1	175	0,3	39,6
IV	71,1	0,05	5,6	18,8	0,02	1,9	23,2	0,03	3,2	2,5	0,00	0,5	6,7	0,01	1,0	216	0,3	40,7
V	91,4	0,08	5,7	22,0	0,02	1,7	28,3	0,05	3,3	2,6	0,01	0,5	6,1	0,02	1,1	236	0,7	47,7
VI	110,9	0,12	5,3	23,4	0,03	1,3	31,4	0,09	3,8	2,8	0,01	0,4	5,8	0,03	1,2	239	1,2	53,1
VII	134,6	0,20	5,1	23,7	0,05	1,1	34,2	0,15	3,7	3,0	0,01	0,2	5,4	0,04	1,0	227	1,9	47,3
VIII	151,9	0,35	4,0	24,0	0,10	1,2	36,1	0,33	3,8	3,0	0,01	0,1	5,4	0,07	0,8	231	3,1	35,9
Сосняк долгомошный																		
I	16,5	0,14	2,9	5,6	0,13	2,7	6,3	0,13	2,7	2,5	0,02	0,5	6,7	0,07	1,5	48	2,0	40,8
II	33,7	0,17	6,2	10,1	0,06	2,3	11,5	0,08	3,0	2,6	0,01	0,5	7,1	0,04	1,3	106	1,0	37,7
III	55,2	0,08	5,1	16,0	0,03	2,0	17,6	0,05	3,0	2,4	0,01	0,5	7,5	0,02	1,1	200	0,6	42,1
IV	75,0	0,04	5,5	20,2	0,02	2,1	23,1	0,02	3,3	2,3	0,00	0,5	7,4	0,01	0,9	258	0,3	45,0
V	91,3	0,04	5,5	22,8	0,01	2,1	26,2	0,02	3,3	2,4	0,00	0,5	7,2	0,01	1,0	291	0,4	54,0
VI	110,4	0,14	6,9	23,9	0,05	2,3	28,1	0,08	4,0	2,6	0,01	0,5	6,9	0,02	1,2	297	1,3	63,5
VII	129,6	0,51	9,3	23,9	0,13	2,3	29,0	0,25	4,6	2,9	0,02	0,4	6,8	0,06	1,1	291	3,3	60,0
VIII	130,6	7,32	37,3	18,6	1,68	8,6	24,3	2,13	10,8	3,0	–	–	6,4	0,24	1,2	219	23,7	121,0
Сосняк кисличный																		
I	15,0	0,17	2,8	6,5	0,15	2,4	7,4	0,20	3,3	0,8	0,03	0,4	7,2	0,10	1,6	63	2,5	39,8
II	34,5	0,35	6,1	16,4	0,19	3,3	17,5	0,22	3,7	0,3	0,03	0,5	7,9	0,07	1,3	215	3,2	56,0
III	55,6	0,06	4,8	23,6	0,02	1,9	25,1	0,03	2,6	0,2	0,00	0,4	7,7	0,01	1,0	325	0,6	53,6
IV	72,1	0,04	5,6	26,7	0,01	1,8	29,5	0,02	2,9	0,3	0,00	0,5	7,4	0,01	0,9	358	0,4	51,7
V	90,3	0,06	5,4	28,7	0,02	1,7	33,6	0,04	3,5	0,6	0,01	0,5	6,9	0,01	1,0	368	0,7	65,0
VI	111,9	0,20	5,5	30,2	0,06	1,8	37,0	0,15	4,1	0,9	0,01	0,4	6,4	0,04	1,2	361	2,5	70,2
VII	131,4	0,29	3,9	30,7	0,08	1,0	40,4	0,35	4,6	1,0	–	–	5,7	0,09	1,2	323	5,3	69,7
VIII	150,0	–	–	27,1	0,11	0,5	47,5	0,37	1,5	1,0	–	–	5,8	0,09	0,4	293	4,7	20,1

Продолжение табл. 2

Класс возраста	Возраст, лет			Высота, м			Диаметр, см			Бонитет			Полнота			Запас, м ³		
	X	S _x	σ	X	S _x	σ	X	S _x	σ	X	S _x	σ	X	S _x	σ	X	S _x	σ
Сосняк лишайниковый																		
I	17,3	0,15	3,0	2,9	0,04	0,9	4,1	0,10	2,0	4,1	0,02	0,3	5,6	0,05	1,1	16	0,3	6,6
II	34,5	0,10	5,3	7,0	0,03	1,5	10,0	0,06	3,2	4,2	0,01	0,4	5,8	0,02	1,1	51	0,4	19,5
III	50,6	0,08	5,6	10,1	0,02	1,8	13,4	0,05	3,5	4,2	0,01	0,4	6,2	0,01	1,1	91	0,4	27,3
IV	71,0	0,14	5,7	13,9	0,04	1,8	18,8	0,11	4,4	4,1	0,01	0,3	5,9	0,02	1,0	133	0,8	30,9
V	90,7	0,27	6,0	16,5	0,06	1,3	24,9	0,18	4,0	4,1	0,01	0,3	5,4	0,05	1,1	149	1,4	31,1
VI	113,1	0,57	5,0	18,3	0,16	1,4	29,4	0,42	3,7	4,1	0,04	0,3	5,2	0,10	0,9	163	3,7	32,3
VII	136,5	0,68	5,0	19,4	0,16	1,2	35,7	0,59	4,3	4,0	0,01	0,1	5,5	0,10	0,8	188	4,7	34,6
VIII	150,0	–	–	20,5	0,49	0,5	28,9	0,98	1,0	4,0	–	–	4,0	–	–	140	–	–
Сосняк мшистый																		
I	15,8	0,02	2,9	5,9	0,01	1,7	7,1	0,02	2,6	1,5	0,00	0,5	7,5	0,01	1,5	54	0,2	27,2
II	33,4	0,03	6,1	12,7	0,02	2,8	13,8	0,02	3,2	1,4	0,00	0,5	7,8	0,01	1,2	156	0,3	48,7
III	53,9	0,01	5,4	19,1	0,00	2,1	20,8	0,01	2,9	1,3	0,00	0,5	7,7	0,00	1,0	251	0,1	46,0
IV	72,0	0,01	5,6	23,1	0,00	1,9	26,2	0,00	2,6	1,2	0,00	0,4	7,3	0,00	0,8	299	0,1	45,3
V	89,9	0,01	5,3	25,4	0,00	1,5	29,8	0,01	2,9	1,5	0,00	0,5	6,8	0,00	1,1	313	0,2	55,1
VI	110,8	0,04	4,9	26,5	0,01	1,3	33,5	0,03	3,9	1,9	0,00	0,3	6,1	0,01	1,3	294	0,6	69,7
VII	132,3	0,11	4,6	27,1	0,03	1,2	36,1	0,13	5,2	2,0	0,01	0,2	5,6	0,03	1,3	278	1,6	65,6
VIII	151,3	0,31	3,3	27,4	0,09	1,0	40,5	0,70	7,6	2,0	0,02	0,2	5,1	0,13	1,4	257	6,8	73,4
Сосняк орляковый																		
I	15,6	0,04	2,8	6,8	0,02	2,0	8,4	0,04	2,8	0,8	0,00	0,4	7,5	0,02	1,5	68	0,4	32,9
II	35,0	0,06	5,6	15,9	0,03	2,9	16,7	0,03	3,2	0,4	0,01	0,5	8,0	0,01	1,2	212	0,6	58,6
III	54,1	0,02	5,3	22,0	0,01	2,0	23,3	0,01	2,7	0,4	0,00	0,5	7,8	0,00	1,0	300	0,2	50,8
IV	71,5	0,01	5,5	25,3	0,00	1,7	28,0	0,01	2,3	0,7	0,00	0,5	7,4	0,00	0,8	335	0,1	46,0
V	89,4	0,02	5,2	27,4	0,01	1,5	31,6	0,01	3,0	0,9	0,00	0,3	6,9	0,00	1,0	346	0,3	56,8
VI	110,8	0,08	4,9	29,5	0,02	1,0	36,2	0,07	4,2	1,0	0,00	0,2	6,2	0,02	1,4	339	1,2	74,1
VII	130,5	0,13	2,5	30,3	0,06	1,2	39,6	0,26	5,2	1,0	0,01	0,3	5,9	0,05	1,1	330	2,9	57,4
VIII	150,0	–	–	30,7	0,27	2,3	44,7	0,45	3,7	1,0	–	–	5,9	0,15	1,3	349	11,3	93,0
Сосняк осоковый																		
I	17,8	0,09	2,5	2,7	0,03	0,8	3,6	0,05	1,5	4,1	0,01	0,3	4,9	0,03	0,8	13	0,2	4,6
II	31,4	0,18	5,6	5,7	0,05	1,6	7,1	0,08	2,7	4,3	0,01	0,5	5,9	0,04	1,4	41	0,7	23,3
III	54,4	0,12	5,5	9,3	0,05	2,2	11,0	0,07	3,2	4,7	0,01	0,5	6,5	0,02	1,1	89	0,6	30,7
IV	73,4	0,10	5,7	12,5	0,04	2,3	14,6	0,06	3,1	4,5	0,01	0,5	6,4	0,02	1,3	127	0,7	40,5
V	92,5	0,10	5,7	15,4	0,04	2,2	18,1	0,06	3,2	4,5	0,01	0,5	6,8	0,02	1,1	172	0,8	44,4
VI	111,1	0,16	5,0	16,7	0,07	2,2	20,6	0,11	3,5	4,5	0,02	0,5	6,6	0,04	1,1	184	1,3	40,5
VII	132,1	0,28	4,4	17,0	0,16	2,5	20,0	0,28	4,4	4,7	0,03	0,5	6,7	0,07	1,1	194	2,8	44,8
VIII	150,9	0,88	2,8	15,8	0,51	1,6	19,9	0,70	2,2	4,8	0,12	0,4	5,9	0,34	1,1	157	10,6	34,0
Сосняк осоково-сфагновый																		
I	18,0	0,30	6,0	1,4	0,05	1,1	2,5	0,07	1,3	6,0	0,00	0,1	5,3	0,06	1,1	8	0,5	10,4
II	34,9	0,05	5,2	2,8	0,01	0,9	3,7	0,02	1,5	6,1	0,00	0,3	5,4	0,01	0,9	15	0,1	7,7
III	55,3	0,04	5,6	4,6	0,01	1,4	6,3	0,01	2,0	6,3	0,00	0,5	6,0	0,01	1,2	30	0,1	15,5
IV	73,9	0,03	5,3	6,7	0,01	1,7	9,1	0,02	2,7	6,2	0,00	0,4	6,3	0,01	1,1	55	0,1	22,5
V	92,1	0,03	5,3	8,8	0,01	1,8	11,8	0,02	3,0	6,2	0,00	0,4	6,6	0,01	1,1	83	0,2	27,7
VI	111,1	0,08	6,3	10,6	0,02	1,7	13,9	0,04	2,9	6,2	0,01	0,4	6,6	0,01	1,1	105	0,4	31,0
VII	133,5	0,14	5,8	11,1	0,04	1,6	14,2	0,06	2,7	6,1	0,01	0,3	6,7	0,02	0,9	113	0,6	25,6
VIII	151,6	0,19	3,7	10,9	0,12	2,2	15,5	0,18	3,5	6,2	0,02	0,4	6,7	0,05	1,0	112	2,1	38,9
Сосняк приручейно-травяной																		
I	14,3	0,93	3,3	5,9	0,44	1,5	6,8	1,05	3,7	2,1	0,09	0,3	6,6	0,30	1,1	45	4,1	14,6
II	31,8	1,62	7,0	10,5	0,51	2,2	12,3	1,16	5,0	2,2	0,12	0,5	5,1	0,32	1,4	80	7,2	30,9
III	51,5	0,99	5,9	14,5	0,30	1,8	18,1	0,66	4,0	2,5	0,08	0,5	5,7	0,08	0,5	136	3,3	19,9

Окончание табл. 2

Класс возраста	Возраст, лет			Высота, м			Диаметр, см			Бонитет			Полнота			Запас, м ³		
	<i>X</i>	<i>S_x</i>	σ	<i>X</i>	<i>S_x</i>	σ	<i>X</i>	<i>S_x</i>	σ	<i>X</i>	<i>S_x</i>	σ	<i>X</i>	<i>S_x</i>	σ	<i>X</i>	<i>S_x</i>	σ
IV	71,4	0,75	4,9	19,4	0,31	2,1	23,4	0,71	4,7	2,3	0,07	0,5	6,2	0,17	1,1	209	5,8	38,4
V	95,1	0,62	5,6	23,6	0,19	1,8	28,2	0,43	3,9	2,2	0,05	0,5	6,8	0,12	1,1	284	4,9	44,4
VI	110,5	1,07	3,7	24,0	0,41	1,4	30,2	1,29	4,5	2,4	0,14	0,5	7,3	0,20	0,7	315	12,5	43,0
VII	130,0	–	–	24,0	–	–	28,0	–	–	3,0	–	–	6,0	–	–	250	–	–
Сосняк сфагновый																		
I	20,0	–	–	2,0	–	–	4,0	–	–	5,0	–	–	5,0	–	–	10	–	–
II	39,6	0,21	2,1	2,7	0,13	1,3	2,9	0,16	1,6	6,5	0,08	0,8	5,3	0,06	0,6	15	0,9	9,3
III	55,9	0,16	5,0	3,8	0,06	1,7	6,1	0,07	2,3	6,7	0,02	0,7	5,2	0,04	1,1	22	0,7	20,5
IV	74,6	0,15	6,4	5,2	0,07	2,9	7,5	0,08	3,7	6,7	0,01	0,6	6,0	0,03	1,1	38	0,9	38,8
V	92,2	0,12	5,4	6,1	0,03	1,5	7,9	0,05	2,3	6,9	0,01	0,3	6,7	0,03	1,1	48	0,5	21,3
VI	110,3	0,18	3,7	8,6	0,12	2,5	10,1	0,17	3,5	6,7	0,03	0,6	6,4	0,05	1,0	77	1,9	40,1
VII	136,4	0,22	4,9	8,5	0,05	1,1	9,9	0,08	1,8	7,0	0,01	0,1	6,0	0,04	0,8	69	0,9	19,0
VIII	155,1	0,73	5,0	7,8	0,46	3,1	12,1	0,65	4,4	6,7	0,08	0,6	6,3	0,18	1,2	70	7,0	48,0
Сосняк черничный																		
I	14,6	0,06	2,9	5,5	0,04	2,0	6,2	0,06	2,9	1,6	0,01	0,5	6,9	0,03	1,3	45	0,6	25,9
II	33,3	0,12	5,7	12,9	0,06	2,8	13,8	0,07	3,3	1,4	0,01	0,5	7,8	0,03	1,3	157	1,0	49,3
III	55,4	0,04	4,9	19,8	0,01	1,9	22,1	0,02	2,8	1,2	0,00	0,4	7,7	0,01	0,9	263	0,3	44,4
IV	73,5	0,02	5,6	23,9	0,01	1,8	27,2	0,01	2,6	1,2	0,00	0,4	7,4	0,00	0,8	314	0,2	46,2
V	90,6	0,02	5,2	26,0	0,01	1,7	30,4	0,01	3,1	1,3	0,00	0,5	6,9	0,01	1,1	325	0,3	58,5
VI	109,7	0,07	5,5	27,0	0,02	1,7	33,6	0,05	3,6	1,8	0,01	0,4	6,4	0,01	1,1	317	0,8	60,7
VII	131,9	0,18	4,6	27,3	0,05	1,3	35,5	0,16	4,2	1,9	0,01	0,3	6,0	0,05	1,2	301	2,4	64,2
VIII	151,8	0,68	3,9	28,5	0,16	0,9	38,2	0,56	3,2	1,9	0,04	0,2	5,3	0,23	1,3	278	13,9	79,3



Динамика средних диаметров, высот, запасов и относительных полнот чистых модальных сосняков по типам леса

В динамике средних полнот наблюдаются достаточно интересные закономерности, подтверждающие выводы В. Ф. Багинского [5]. Так, в сосняках багульниковых, сфагновых, осоково-сфагновых, осоковых, труднодоступных для хозяйственной деятельности (проведения рубок ухода) относительная полнота плавно увеличивается или остается практически неизменной. В сосняках брусничных, вересковых, кисличных, лишайниковых, мшистых, орляковых, черничных после 40–50 лет происходит постепенное снижение средней полноты на 1–2 единицы. Постепенное снижение полноты приводит к тому, что запас, несмотря на увеличение средних диаметров и высот в возрастах старше 70–90 лет, практически не увеличивается или увеличивается совсем незначительно, а в более старших возрастах снижается.

Можно предположить, что систематическое снижение средних полнот в возрасте старше 40 лет объясняется высокой интенсивностью проходных рубок, и древостой за период до проведения следующего лесоустройства не успевает восстановить полноту, которая была до рубки. Таким образом, доля древостоев с полнотой 0,8 и выше, при которой лесоустройством назначаются проходные рубки, постепенно снижается, а следовательно, снижается и средняя полнота.

Детального анализа распределения полнот для всех классов возраста и типов леса в рамках данной работы не проводилось. Чтобы удостовериться в данном предположении построены ряды распределения по полноте лишь для

сосняков III и IV классов возраста наиболее распространенного мшистого типа леса. Так, в сосняках III класса возраста доля древостоев с полнотой 0,8 и выше составляет 50,6%, а в IV классе возраста она уменьшается до 34,0%. Подобная закономерность будет наблюдаться и для других классов.

Заключение. Результаты данного исследования показывают, что в современных условиях для принятия оптимальных решений с целью обеспечения интенсивного и устойчивого ведения лесного хозяйства, оперативного выявления нежелательных изменений лесного фонда целесообразно и возможно использование цифровых технологий и средств автоматизации для формирования на основе повыведельного банка данных таблиц динамики средних таксационных показателей модальных древостоев. Детальный анализ таких таблиц позволяет оценить фактическое состояние лесов, выявить отрицательные изменения их показателей, установить факторы или виды хозяйственной деятельности, приводящие к ухудшению лесного фонда и принять меры по устранению отрицательного воздействия данных факторов.

Анализ таблиц динамики средних таксационных показателей чистых модальных сосновых древостоев позволяет заключить, что после 40–50 лет в древостоях большинства типов леса наблюдается постепенное снижение средней полноты на 1–2 единицы. В результате, несмотря на положительную динамику средних диаметров и высот, это приводит к снижению текущего изменения среднего запаса древостоев.

Список литературы

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2024 года. Минск: Белгослес, 2024. 87 с.
2. Рожков Л. Н., Ермаков Н. Е., Ловчий Н. Ф. Динамика и состояние основных лесов Беларуси // Труды БГТУ. Сер. I: Лесное хозяйство. 2005. Вып. XIII. С. 7–13.
3. Рожков Л. Н. Динамика структуры и продуктивности лесных формаций в Республике Беларусь // Труды БГТУ. Сер. I: Лесное хоз-во. 2007. Вып. XV. С. 98–102.
4. Ловчий Н. Ф. Экологический анализ структуры и продуктивности основных лесов Беларуси. Минск: Беларус. навука, 1999. 263 с.
5. Багинский В. Ф. Динамика и продуктивность модальных основных древостоев в белорусском Полесье // Эко-потенциал. 2015. № 3 (11). С. 14–23.
6. Багинский В. Ф. Особенности хода роста древостоев сосны в Белорусском Полесье // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Ин-та леса Нац. акад. наук Беларуси. Гомель, 2016. Вып. 76. С. 307–317.
7. Лабоха К. В., Шиман Д. В., Борко А. Ч. Современное состояние и динамика основных лесов Беларуси // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Ин-та леса Нац. акад. наук Беларуси. Гомель, 2012. Вып. 72. С. 86–100.
8. Нормативные материалы для таксации лесов Белорусской ССР / Госкомлес СССР, Центр. бюро науч.-техн. информ.; редкол.: В. Ф. Багинский [и др.]. М.: ЦБНТИ лесхоз, 1984. 308 с.
9. Атрощенко О. А., Демид Н. П., Сидельник Н. Я. Управление лесами и лесными ресурсами. Минск: БГТУ, 2014. 83 с.
10. Стратегический план развития лесохозяйственной отрасли на период с 2015 по 2030 год: утв. 23.12.2014 № 06/201-271. Минск, 2015. 20 с.

11. Анучин Н. П. Лесная таксация. М.: Лесная пром-сть, 1982. 552 с.
12. Верхунов П. М. Таксация леса. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. 396 с.
13. Багинский В. Ф. Ход роста древостоев и его отражение в таблицах и математических моделях // Лесное хоз-во. 2011. № 2. С. 40–42.
14. Рогозин М. В., Разин Г. С. Модели динамики и моделирование развития древостоев // Сиб. лесной журн. 2015. № 2. С. 55–70.
15. Рогозин М. В., Разин Г. С. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы: монография. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_24420793_86296975.pdf (дата обращения: 10.10.2024).

References

1. *Gosudarstvennyy lesnoy kadastr Respubliki Belarus' po sostoyaniyu na 01.01.2024* [The State Forest Cadastre of the Republic of Belarus as of 01.01.2024]. Minsk, Belgosles Publ., 2024. 87 p. (In Russian).
2. Rozhkov L. N., Ermakov N. E., Lovchiy N. F. Dynamics and condition of pine forests of Belarus. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series I, Forestry, 2005, issue XIII, pp. 7–13 (In Russian).
3. Rozhkov L. N. Dynamics of the structure and productivity of forest formations in the Republic of Belarus. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series I, Forestry, 2007, issue XV, pp. 98–102 (In Russian).
4. Lovchiy N. F. *Ekologicheskiy analiz struktury i produktivnosti sosnovykh lesov Belarusi* [Ecological analysis of the structure and productivity of pine forests of Belarus]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 1999. 263 p. (In Russian).
5. Baginskii V. F. Dynamics and productivity of modal pine stands in Belorussian Polesie. *Eko-potentsial* [Eco-potential], 2015, no. 3 (11), pp. 14–23 (In Russian).
6. Baginskiy V. F. Features of the course of growth of pine stands in the Belarusian Polesie. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva: sbornik nauchnykh trudov Instituta lesa Natsional'noy akademii nauk Belarusi* [Problems of forest science and forestry: Collection of Scientific Papers of the Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus]. Gomel', 2016, issue 76, pp. 307–317 (In Russian).
7. Labokha K. V., Shiman D. V., Borko A. Ch. Current state and dynamics of the pine forests of Belarus. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva: sbornik nauchnykh trudov Instituta lesa Natsional'noy akademii nauk Belarusi* [Problems of forest science and forestry: Collection of Scientific Papers of the Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus]. Gomel', 2012, issue 72, pp. 86–100 (In Russian).
8. *Normativnyye materialy dlya taksatsii lesov Belorusskoy SSR* [Normative materials for forest inventory of the Belorussian SSR]. Moscow, TsBNTI leskhoz Publ., 1984. 308 p. (In Russian).
9. Atroshchenko O. A., Demid N. P., Sidelnik N. Ya. *Upravleniye lesami i lesnymi resursami* [Management of forests and forest resources]. Minsk, BGTU Publ., 2014. 83 p. (In Russian).
10. Strategic plan for the development of the forestry industry for the period from 2015 to 2030. Approved 23.12.2014 no. 06/201-271. Minsk, 2015. 20 p. (In Russian).
11. Anuchin N. P. *Lesnaya taksatsiya* [Forest Taxation]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 552 p. (In Russian).
12. Verkhunov P. M. *Taksatsiya lesa* [Forest Taxation]. Yoshkar-Ola, MarGTU Publ., 2009. 396 p. (In Russian).
13. Baginskiy V. F. The course of growth of stands and its reflection in the tables and mathematical models. *Lesnoye khozyaystvo* [Forestry], 2011, no. 2, pp. 40–42 (In Russian).
14. Rogozin M. V., Razin G. S. Dynamics models and modeling of tree stands development. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forest Journal], 2015, no. 2, pp. 55–70 (In Russian).
15. Rogozin M. V., Razin G. S. Tree stands development. Models, laws, hypotheses Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_24420793_86296975.pdf (accessed 10.10.2024) (In Russian).

Информация об авторах

Толкач Игорь Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: i.tolkach@belstu.by

Таркан Андрей Владимирович – генеральный директор. Лесостроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес». (ул. Железнодорожная, 27, 220089, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: tarkan_andrei@mail.ru

Коцан Владимир Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: wolodia250@belstu.by

Пушкин Андрей Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: pushkin@belstu.by

Цай Сергей Сергеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: tsai@belstu.by

Information about the authors

Tolkach Igor Vladimirovich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Forest Inventory. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: i.tolkach@belstu.by

Tarkan Andrey Vladimirovich – General Director, Forest Inventory Republican Unitary Enterprise “Belgosles” (27 Zheleznodorozhnaya str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tarkan_andrei@mail.ru

Kotsan Vladimir Vasil’evich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Forest Inventory. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: wolodia250@belstu.by

Pushkin Andrey Aleksandrovich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Forest Inventory. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pushkin@belstu.by

Tsai Siarhey Siarheevich – PhD (Agriculture), Assistant Professor, the Department of Forest Inventory. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tsai@belstu.by

Поступила 15.10.2024