

## МАТЕРИАЛЬНО-ДЕНЕЖНАЯ ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ДРЕВОСТОЕВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ»

The mathematical models are developed for reception of distribution of number of trees on diameter in pure one-age forest stands, allowing according to geoinformation system «Forest resources» to receive distribution of number of trees on steps of thickness – practical enumeration trees on steps of thickness. In geoinformation system «Forest resources» developed mathematical models of a structure of forest stands on diameter checked an opportunity of practical application on cuttings area the main using in ripe pine, fur-tree, birch and alder glutinosa forest stands. Modelling of a structure of forest stands on diameter and a is material-monetary estimation of stocks of forest stands on cuttings area about use of mathematical models of a structure of forest stands on diameter has shown good results.

**Введение.** Таксация лесосечного фонда имеет большое практическое значение. По материалам таксации определяется запас и сортиментная структура назначенных к рубке древостоев, их территориальное размещение, устанавливается сумма попенной платы, составляющей основную часть лесного дохода, проверяется рациональность разделки древесины лесозаготовителями, планируются перевозки лесоматериалов и т. д.

**Основная часть.** Требования к методам и содержанию материалов таксации лесосек изложены в наставлении по отводу и таксации лесосек. Согласно наставлению, при отводе и таксации лесосек должны быть получены следующие данные: картографическое размещение лесосек, общий запас по породам, выход деловой древесины по категориям крупности, выход дров, отходов, таксовая стоимость древесины на корню, описание насаждения.

При сплошнолесосечных рубках главного пользования учет отпускаемого леса на корню производится по площади. Точность таксации лесосек по основным показателям (запасу, таксовой стоимости) должна быть в пределах 10%. В отдельных расстроенных древостоях ошибки таксации могут превышать 10% [1].

Для получения распределения числа деревьев по диаметру разработаны лесотаксационные модели, позволяющие по данным геоинформационной системы (ГИС) «Лесные ресурсы» получать распределение числа деревьев по ступеням толщины, т. е. практический перечень деревьев по ступеням толщины [2].

Для оценки возможности практического применения в ГИС «Лесные ресурсы» разработанных лесотаксационных моделей строения древостоев по диаметру в Сморгонском, Минском и Осиповичском лесхозах совместно с работниками лесхоза была выполнена перечислительная таксация 14 лесосек главного пользования в спелых сосновых, еловых, березовых и черноольховых древостоях.

Таксационные показатели древостоев на лесосеках по данным перечислительного способа таксации определялись на ЭВМ по программе CSP.

На основе данных сплошного перечета в информационной системе управления лесным хозяйством (ИСУЛХ) используя АРМ «Лесопользование» выполнили материально-денежную оценку запасов древостоев на лесосеках с определением средней высоты, среднего диаметра, суммы площадей сечений, числа стволов, общего запаса на лесосеке, выхода древесины по категориям крупности деловой древесины, дров и отходов, общую стоимость и стоимость древесины по категориям крупности на лесосеке. Расчет таксовой стоимости древесины выполнен по таксам на древесину лесных пород, отпускаемых на корню по 2 разряду такс от 22.01.2007 г. [3].

На основе таксационных показателей древостоев, вычисленных по данным сплошного перечета, на лесосеках выполнялось моделирование строения по диаметру. В результате моделирования строения по лесотаксационным моделям получали теоретическое распределение по ступеням толщины общего числа стволов. По данным таксации лесосек устанавливали процент деловых стволов на каждой лесосеке. Для выполнения материально-денежной оценки лесосек необходимо иметь распределение по ступеням толщины деловых и дровяных стволов. В нашем случае после моделирования строения по диаметру древостоев на лесосеках на основе теоретического распределения общего числа стволов по ступеням толщины и используя процент деловых стволов, установленный при таксации лесосек, получали теоретическое распределение по ступеням толщины деловых и дровяных стволов. Полученные данные вводились в АРМ «Лесопользование» и выполняли материально-денежную оценку запасов лесосек по данным теоретического распределения числа стволов по ступеням толщины. Для оценки надежности данных моделирования строения по диаметру лесосек главного пользования сравни-

вался выход и таксовая стоимость общего запаса, ликвидной и деловой древесины по категориям крупности, определялись абсолютные и относительные ошибки оценки таксационных показателей, выхода древесины по категориям крупности и таксовой стоимости, а также систематические и среднеквадратические ошибки данных показателей, полученные на лесосеках и при моделировании строения древостоев по диаметру на ЭВМ с использованием лесотаксационных моделей (табл. 1–4).

Результаты моделирования строения по диаметру лесосек с использованием лесотаксационных моделей показывают, что общий запас древесины оценивается надежно (отклонения от  $-1,9\%$  до  $+5,9\%$ ), отклонения по выходу деловой древесины составляют от  $-7,0\%$  до  $+1,6\%$ , по ликвидной древесине – от  $-1,6$  до  $+5,8\%$ , по общей таксовой стоимости – от

$-6,1\%$  до  $+4,1\%$  (табл. 1). Полученные данные свидетельствуют о достаточной надежности лесотаксационных моделей.

Отклонения по объему крупной деловой древесины в целом не превышают  $\pm 10,5\%$ , только на одной лесосеке отклонение составляет  $+15,8\%$ , но здесь фактический выход составил  $19 \text{ м}^3$ , а по данным лесотаксационных моделей –  $22 \text{ м}^3$ , т.е. разница составляет  $+3 \text{ м}^3$ . По объему средней деловой древесины в большинстве случаев отклонения не превышают  $\pm 10\%$ . Отклонения по выходу мелкой деловой древесины в целом не превышают  $\pm 18,0\%$ , только на двух лесосеках они больше  $\pm 20\%$ , но здесь разница в выходе составляет  $1,9 \text{ м}^3$  (табл. 2). В целом анализ данных по выходу категорий деловой древесины показывает, что лесотаксационная модель преуменьшает выход крупной и средней древесины. Это также отмечали финские ученые [4].

Таблица 1

**Материально-денежная оценка запасов древостоев  
(в знаменателе приведены отклонения, выраженные в процентах)**

№ лесосеки	По данным сплошного перече́та				По данным лесотаксационных моделей			
	деловая, $\text{м}^3$	ликвид, $\text{м}^3$	всего, $\text{м}^3$	таксовая стоимость, тыс. руб.	деловая, $\text{м}^3$	ликвид, $\text{м}^3$	всего, $\text{м}^3$	таксовая стоимость, тыс. руб.
1	225	253	286	5 445,8	<u>215</u> -4,4	<u>254</u> 0,4	<u>287</u> 0,4	<u>5 132</u> -5,8
2	587	670	737	11 490,6	<u>570</u> -2,9	<u>659</u> -1,6	<u>737</u> 0,0	<u>11 058,2</u> -3,8
3	241	322	352	4 634,1	<u>242</u> -3,7	<u>320</u> -0,6	<u>348</u> -1,1	<u>4 359</u> -5,9
4	719	954	900	18393,8	<u>686</u> -4,6	<u>964</u> 1,0	<u>906</u> 0,7	<u>17303,7</u> -5,9
5	222	631	574	5 309,7	<u>224</u> 0,9	<u>629</u> -0,3	<u>572</u> -0,4	<u>5 450,6</u> 2,6
6	234	458	423	5 757,3	<u>236</u> 0,9	<u>451</u> -1,5	<u>415</u> -1,9	<u>5 803,7</u> 0,8
7	221	279	265	5 269,6	<u>220</u> -0,4	<u>282</u> 1,1	<u>266</u> 0,4	<u>5 275,2</u> 0,1
8	123	241	222	2 932,4	<u>125</u> 1,6	<u>255</u> 5,8	<u>235</u> 5,9	<u>3 053,8</u> 4,1
9	109	135	147	746,4	<u>106</u> -2,7	<u>137</u> 1,5	<u>148</u> 0,7	<u>740,4</u> -0,8
10	187	229	246	1482,2	<u>189</u> 1,0	<u>232</u> 1,3	<u>249</u> 1,2	<u>1 527,2</u> 3,0
11	143	177	192	1 007,1	<u>143</u> 0,0	<u>175</u> 1,1	<u>190</u> -1,0	<u>1 002,8</u> -0,4
12	931	1289	1486	8 215,8	<u>870</u> -6,6	<u>1306</u> 1,3	<u>1489</u> 0,2	<u>7 714,8</u> -6,1
13	653	820	960	5120,8	<u>607</u> -7,0	<u>834</u> 1,7	<u>963</u> 0,3	<u>4 845,6</u> -5,4
14	1434	1700	2004	12 551,1	<u>1414</u> -1,4	<u>1706</u> 0,4	<u>2004</u> 0,0	<u>12 392,5</u> -1,3

Таблица 2

**Выход деловой древесины по категориям крупности на лесосеках  
(в знаменателе приведены отклонения, выраженные в процентах)**

№ лесосеки	Сплошной переčet			Лесотаксационные модели		
	крупная, м <sup>3</sup>	средняя, м <sup>3</sup>	мелкая, м <sup>3</sup>	крупная, м <sup>3</sup>	средняя, м <sup>3</sup>	мелкая, м <sup>3</sup>
1	88	127	9,1	<u>79</u> -10,2	<u>125</u> -1,6	<u>10,5</u> 15,4
2	85	413	88,5	<u>82</u> -3,5	<u>392</u> -5,1	<u>96,5</u> 9,1
3	30	173	38,4	<u>28</u> -6,7	<u>159</u> -8,1	<u>45,2</u> 17,7
4	529	171	18,6	<u>484</u> -8,5	<u>184</u> 7,6	<u>18,0</u> -3,2
5	134	74	13,5	<u>142</u> 6,0	<u>69</u> -6,8	<u>12,9</u> -4,4
6	159	60	15,3	<u>160</u> 0,6	<u>62</u> 3,3	<u>14,4</u> -5,9
7	133	80	8,1	<u>136</u> 2,3	<u>75</u> -6,3	<u>10</u> 23,5
8	75	40	7,0	<u>80</u> 6,7	<u>40</u> 0,0	<u>5,1</u> -27,1
9	19	75	14,9	<u>22</u> 15,8	<u>68</u> -9,3	<u>15,5</u> 4,0
10	69	106	12,1	<u>76</u> 10,1	<u>100</u> -5,7	<u>13</u> 7,4
11	30	96	16,9	<u>29</u> -3,3	<u>95</u> -1,0	<u>18,3</u> 8,3
12	498	405	27,8	<u>471</u> -5,4	<u>365</u> -9,9	<u>34,3</u> 23,4
13	225	393	35,7	<u>227</u> 0,9	<u>339</u> -13,7	<u>40,3</u> 12,9
14	767	614	53,7	<u>760</u> -0,9	<u>598</u> -2,6	<u>56,4</u> 5,0

Таблица 3

**Точность оценки по лесотаксационным  
моделям выхода деловой древесины**

Показатель		Деловая древесина				Ликвид	Общий запас
		крупная	средняя	мелкая	итого		
Максимальные абсолютные отклонения, м <sup>3</sup>	+	8,0	13,0	6,8	2,0	17,0	13,0
	-	9,0	40,0	1,9	61,0	11,0	8,0
Максимальные относительные отклонения, %	+	15,8	7,6	23,4	1,6	3,0	5,9
	-	10,2	13,7	27,1	7,0	5,8	1,9
Среднеквадратическая ошибка, %		7,0	7,0	14,5	3,5	1,9	2,0

Таблица 4

**Общий выход и таксовая стоимость древесины на лесосеках**

Способ оценки	Деловая древесина		Ликвид	
	м <sup>3</sup>	тыс. руб	м <sup>3</sup>	тыс. руб
Сплошной переčet	6029	87 895,0	8158	88 356,7
Лесотаксационные модели	5837	85 149,4	8204	85 659,5

Отклонения, %	-3,2	-3,1	0,6	-3,0
---------------	------	------	-----	------

Максимальные отклонения по выходу крупной деловой древесины на лесосеках небольшие, например отклонение +15,8% относится к лесосеке № 9, где разница в выходе составляет 3 м<sup>3</sup>. Отклонение 27,1% (мелкая деловая древесина) составляет 1,9 м<sup>3</sup> (табл. 2). Среднеквадратические ошибки для 14 лесосек по выходу крупной и средней деловой древесины составляют ±7,0% мелкой деловой древесины ±14,5%, общему объему деловой – ±3,5%, общему запасу древесины ±2,0% (табл. 3). Общий выход деловой и ликвидной древесины, таксовая стоимость древесины на корню незначительно различаются по лесотаксационным моделям в сравнении с данными сплошного перечета, отклонения не превышают 3,5% (табл. 4).

Данные моделирования строения древостоев по диаметру и материально-денежной оценки запасов древостоев на лесосеках с использованием лесотаксационных моделей строения древостоев по диаметру показывают хорошие результаты. Это свидетельствует о достаточной надежности разработанных лесотаксационных моделей строения древостоев по диаметру в ГИС «Лесные ресурсы».

Также нами было установлено, что изменение процента деловых стволов значительно сказывается на выходе деловой древесины. Отклонения по выходу деловой древесины, при уменьшении на 7–9% деловых стволов по сравнению с данными сплошного перечета составляют 12–14%.

Надежность лесотаксационных моделей строения древостоев по диаметру и точность материально-денежной оценки запасов на их основе зависят от точности таксации древостоев, особенно в оценках деловых и дровяных стволов, и точности моделей связи.

Поэтому для практического использования разработанных лесотаксационных моделей строения древостоев по диаметру в ГИС «Лес-

ные ресурсы» необходимо, чтобы в повыведельной базе данных ГИС указывался дополнительно один параметр – процент выхода деловых стволов.

**Вывод:** 1. Моделирование строения древостоев по диаметру и материально-денежная оценка запасов древостоев на лесосеках с использованием лесотаксационных моделей строения древостоев по диаметру показали хорошие результаты.

2. Полученные данные свидетельствуют о достаточной надежности лесотаксационных моделей – общий запас древесины оценивается надежно (отклонения от –1,9 до +5,9%), отклонения по выходу деловой древесины составляют от –7,0 до +1,6%, по ликвидной древесине – от –1,6 до +5,8%, по общей таксовой стоимости – от –6,1 до +4,1%.

3. Среднеквадратические ошибки для 14 лесосек главного пользования по выходу крупной и средней деловой древесины составляют ±7,0%, мелкой деловой древесины – ±14,5%, общему объему деловой – ±3,5%, общему запасу древесины – ±2,0%.

## Литература

1. Технический кодекс установившейся практики: Правила по отводу и таксации лесосек в лесах Респ. Беларусь. – Минск: М-во лесн. хоз-ва Респ. Беларусь, 2006. – 103 с.
2. Ковалевский, С. В. Имитационная модель строения древостоев по диаметру в ГИС «Лесные ресурсы» / С. В. Ковалевский // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 51–58.
3. Таксы на древесину лесных пород, отпускаемую на корню: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь 22.01.2004. – Минск: Комлесхоз Респ. Беларусь, 2004. – 2 с.
4. Väliäho, H. A system for simulation of the development of stem – diameter distribution // H. Väliäho, Y. Vuokila / Comm. Onstituti Forestalis Fenniae. – Helsinki, 1973. – № 9. – P. 56–62.