

Лабараторная работа №1

Тэарэтычныя пытанні

1. Азначэнне дысцыпліны. Задачы лясной таксацыі. Сувязь з іншымі дысцыплінамі лесагаспадарчага профілю.
2. Аб'екты і метады лясной таксацыі.
3. Гісторыя ўзнікнення, станаўлення і перыяды развіцця лясной таксацыі як асобнай дысцыпліны. Сучасны этап развіцця лясной таксацыі.
4. Паняцце вымярэнняў і назіранняў як асновы для збору лесаводчай інфармацыі. Вымяральныя шкалы. Метрычная і брытанская сістэмы вымярэнняў. Адзінкі вымярэнняў асноўных таксацыйных паказчыкаў.
5. Лесатаксацыйныя мерныя вілкі, пераліковыя шаблоны і іншыя інструменты для вымярэння дыяметраў дрэў і нарыхтаваных лесаматэрыялаў. Тыпы мерных вілак. Патрабаванні да якасці мерных вілак.
6. Схема пабудовы, тэхніка вымярэнняў вышынь дрэў па трыганаметрычным прынцеце. Прыклады вышынямераў, канструкцыя якіх заснавана на трыганаметрычным прынцеце.
7. Схема пабудовы, тэхніка вымярэнняў вышынь дрэў па геаметрычным прынцеце. Прыклады вышынямераў, канструкцыя якіх заснавана на геаметрычным прынцеце.
8. Аптычныя вышынямеры. Сучасныя аптычныя і ўльтрагукавыя вышынямеры вытворчасці кампаній Haglof, SUUNTO і інш.
9. Сучасныя лесатаксацыйныя інструменты (узроставыя, прыроставыя свёрдлы (*бурава*), вышынямеры, мерныя вілкі, ультрагукавыя дальнямеры і інш.) вытворчасці кампаній Haglof, SUUNTO і інш.
10. Прылады і інструменты для вымярэння сумы плошчаў сечываў дрэвастоя. Паўнатамер Бітэрліха, таксацыйны прыцэл (прызма) Анучына. Тэхніка вымярэнняў. Універсальны прыбор – люстэркавы рэласкоп Бітэрліха. Канструкцыя, прызначэнне прыбора.
11. Форма падоўжных (*продольных*) сечываў драўняных ствалоў і метады яе вывучэння.
12. Выкарыстанне законаў механікі і фізікі для абгрунтавання і вывучэння формы драўняных ствалоў.
13. Форма папяточных сечываў драўняных ствалоў і метады яе вывучэння.
14. Асноўныя накірункі вывучэння формы драўняных ствалоў і іх частак. Непасрэднае даследаванне выгляду ўтваральнай (*образующей*) драўнянага ствала з ўстанаўленнем яе ўраўнення.
15. Прымяненне стэрэаметрычных формул для вызначэння аб'ёмаў драўняных ствалоў і іх частак. Простая формула пасярэдняга сечыва.
16. Прымяненне стэрэаметрычных формул для вызначэння аб'ёмаў

драўняных ствалоў і іх частак. Складаныя секцыйныя формулы пасярэдніх сечываў.

17. Дакладнасць вызначэння аб'ёмаў драўняных ствалоў і іх частак на аснове стэрэаметрычных формул.

18. Уплыў памылак у вымярэннях дыяметра і вышыні на дакладнасць вызначэння аб'ёму ствала дрэва.

19. Фізічныя метады вызначэння аб'ёму драўніны. Ксіламетрычны метады.

20. Фізічныя метады вызначэння аб'ёму драўніны. Вагавы (*весовой*) (альбо гідрастатычны) метады.

21. Каэфіцыенты формы драўнянага ствала і заканамернасці іх змянення.

22. Відавныя лікі і заканамернасці іх змянення. Узаемасувязі відавых лікаў з каэфіцыентамі формы і вышынямі дрэваў.

23. Вызначэнне аб'ёму ствала растучага дрэва.

24. Масавыя табліцы аб'ёмаў і збегу драўняных ствалоў. Агульная ацэнка масавых табліц.

25. Аб'ёмныя табліцы па дыяметры, вышыні і каэфіцыенте формы ствала (табліцы Шыфеля, Мааса і інш.). Тэхніка выкарыстання, практычнае значэнне і дакладнасць вызначэння запасаў дрэвастояў.

26. Аб'ёмныя табліцы па дыяметры і вышыні, тэхніка выкарыстання, практычнае значэнне і дакладнасць вызначэння запасаў дрэвастояў.

27. Аб'ёмныя табліцы па разрадах вышынь, тэхніка выкарыстання, практычнае значэнне і дакладнасць вызначэння запасаў дрэвастояў.

28. Метады складання табліц аб'ёмаў і збегу драўняных ствалоў.

29. Складанне табліц аб'ёмаў драўняных ствалоў па разрадах вышынь.

30. Мадэляванне ўтваральнай (*образующей*) дрэвавага ствала з дапамогай сплайн-функцыі.

31. Класіфікацыя прыросту ствала дрэва і дрэвастоя па таксацыйных паказчыках.

32. Вызначэнне абсалютнай велічыні прыросту ствала дрэва па дыяметры.

33. Суадносіна паміж бягучым і сярэднім прыростамі па аб'ёме ствала дрэва.

34. Вызначэнне абсалютнай велічыні бягучага прыросту па аб'ёме ствала ссечанага дрэва на аснове простага формулы пасярэдняга сечыва.

35. Вызначэнне абсалютнай велічыні бягучага прыросту па аб'ёме ствала ссечанага дрэва на аснове складанай секцыйнай формулы пасярэдніх сечываў.

36. Вызначэнне бягучага прыросту па аб'ёме ствала растучага дрэва.

37. Вызначэнне адноснай велічыні (у працэнтах) прыросту па аб'ёме ствала растучага дрэва.

38. Вызначэнне адноснай велічыні (у працэнтах) прыросту па аб'ёме ствала растучага дрэва па спосабе «па адносным дыяметры» (спосаб Прэслера).

39. Ацэнка дакладнасці вызначэння велічыні бягучага прыросту па аб'ёме ствала для ссечаных і растучых дрэў.

40. Аналіз ходу росту ствала дрэва.

41. Класіфікацыя лясной прадукцыі.
42. Збег ствала і яго ўплыў на аб'ём бервяна.
43. Характарыстыка асноўных круглых дзелавых лесаматэрыялаў хвойных парод (згодна з СТБ 1711–2007).
44. Характарыстыка асноўных круглых дзелавых лесаматэрыялаў ліставых парод (згодна з СТБ 1712–2007).
45. Тэхнічныя ўмовы і патрабаванні да якасці дроў (згодна з СТБ 1510–2004).
46. Тэхніка абмеру круглых лесаматэрыялаў і вызначэнне іхняга аб'ёму па індывідуальным спосабе (спосаб паштучнага абмеру і ўліку) (ДАСТ 2292–88). Табліцы ДАСТ 2708–75.
47. Змест, прызначэнне табліц аб'ёмаў круглых лесаматэрыялаў (табліцы ДАСТ 2708–75) і метадыка іх складання.
48. Тэхніка абмеру і вызначэння аб'ёму нарыхтаваных дроў і дзелавых лесаматэрыялаў па геаметрычным спосабе (ДАСТ 2292–88).
49. Правіла ўкладкі, абмеру і ўліку дроў. Паняцце каэфіцыента поўнадраўнянасці (*полнодревесности*). Вызначэнне (удакладненне) значэння каэфіцыента поўнадраўнянасці.
50. Вызначэнне аб'ёму нарыхтаваных пілаваных, коланых і габляваных лесаматэрыялаў.

Разліковая частка кантрольнай работы № 1

Для выканання разліковай часткі ў першай кантрольнай рабоце ў якасці зыходных даных студэнту даюцца: парода, узрост дрэва, доля кроны ад агульнай даўжыні ствала (працягласць кроны) ў працэнтах, дыяметры ствала з карою (лічнік) і без кары (назоўнік) ствала ў цяперашні час і 10 гадоў таму. Спачатку вызначаем свой варыянт, які ўстанаўліваем згодна са сваім імем і прозвішчам – выкарыстоўваем першыя дзве літары імя і тры першыя літары прозвішча (гл. табл. 2).

Табліца 2

Выкарыстанне літар і знакаў імя і прозвішча для выбару варыянтаў для разліковай часткі кантрольнай работы № 1

Літара, знак	Парода	Узрост, гадоў	Доля кроны, %	Дыяметры ствала дрэва, см	
				зараз (з карою і без кары)	10 год таму (без кары)
А, Ё, К, Ё	Сасна	97	32	1	1
Б, Э, Ф, М	Елка	105	38	2	2
В, Ю, Х, У	Сасна	94	28	3	3
Г, Я, П, Ў	Елка	103	42	4	4
Д, Ц, Р, Н	Сасна	88	35	5	5

Е, Ч, Ы, І	Елка	97	48	6	6
Ж, ‘, С, О, Ё	Сасна	92	24	7	7
З, Ш, Т, Л	Елка	103	46	8	8

Па першай літары імя ўстанаўліваем пароду дрэва; па другой – яго ўзрост; далей па першай літары прозвішча – долю кроны ад агульнай даўжыні ствала; па другой – нумар варыянта для даўжыні і дыяметраў ствала зараз (у цяперашні час; з карою і без кары) і па трэцяй літары прозвішча – нумар варыянта для даўжыні ствала і дыяметраў ствала, якія былі 10 гадоў таму назад (без кары).

Напрыклад, студэнт Іван Шышкін у кантрольнай рабоце № 1 атрымае наступныя зыходныя даныя (гл. табл. 2): спачатку выкарыстоўваем першыя дзве літары імя: І – парода елка; В – узрост дрэва – 94 гады; далей выкарыстоўваем тры першыя літары прозвішча: Ш – доля кроны – 46%; Ы – варыянт для дыяметраў і даўжыні ствала зараз – 6; Ш – варыянт для дыяметраў і даўжыні ствала 10 гадоў таму – 8. Студэнтка Соф’я Сасновіч атрымае наступныя зыходныя даныя (гл. табл. 2): С – парода сасна; О – узрост дрэва – 92 гады; С – доля кроны – 24%; А – варыянт для дыяметраў і даўжыні ствала дрэва зараз – 1; С – варыянт для дыяметраў і даўжыні ствала 10 гадоў таму – 7. Зыходныя даныя (дыяметры ствала на розных вышынях – у сучасны момант і 10 гадоў таму) выпісваем з табл. 3 і табл. 4 згодна з вызначанымі вышэй варыянтамі і афармляем у табліцу па ўзоры табл. 5.

Перад выкананнем разліковай часткі неабходна начарціць графік збегу ствала сасны (елкі), які афармляецца алоўкам аналагічна прыкладу рыс. 1 на аркушы міліметровай паперы фармату А4 у альбомнай арыентацыі. Перад размяшчэннем самога графіка, ягонай назвы і нумарацыйнага загалоўка спачатку адзначаем кропкамі алоўкам з чатырох вуглоў аркуша рабочае поле рысунка (30–15–10–20 мм). Пазначыўшы кропкамі (памерам 0,2 мм) згодна з гарызантальным і вертыкальным маштабамі (рыс. 1) палавінныя значэнні дыяметраў з карою, без кары і 10 год таму, злучаем іх прамымі лініямі таўшчынёй 0,2 мм. Дыяметры на абсалютных вышынях бяром з табл. 3 і 4, кропкі апошніх значэнняў дыяметра з карою і без кары злучаем з кропкай на восі вышынь, якая адпавядае вышыні ствала ў цяперашні час з табл. 3 (напрыклад, для варыянта 100 (гл. табл. 5) – злучаем з кропкай, якая адпавядае значэнню 22,8 м (вышыня зараз)), апошні дыяметр 10 год таму – з кропкай вышыні ствала 10 год таму з табл. 4 (для варыянта 100 (табл. 5) – злучаем з кропкай – 19,6 м (вышыня 10 гадоў таму)).

Табліца 3

Вынікі абмеру ствалоў (з/к – дыяметр з карою, б/к – дыяметр без кары) [9]

Ва- ры- янт	Даў- жыня ства- ла, м	Вы- мя- рэ- нне	Дыяметр на абсалютнай вышыні, см													Дыяметр у аснове верхаўінкі, см
			1,3	0	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	
1	22,3	з/к	26,9	29,6	27,3	24,4	22,4	21,2	19,7	18,3	16,7	14,5	11,8	7,8	3,5	1,1
		б/к	24,3	26,3	24,5	22,2	20,7	20,0	18,9	17,6	16,1	14,0	11,4	7,5	3,1	0,8
2	24,7	з/к	27,1	30,1	27,6	24,9	22,9	21,6	20,3	19,0	17,6	16,2	14,4	11,5	7,9	6,0
		б/к	24,5	26,8	24,8	22,7	21,2	20,4	19,5	18,3	17,0	15,7	14,0	11,1	6,5	5,7
3	23,2	з/к	27,4	30,4	27,9	24,8	22,8	21,5	20,1	18,8	17,1	15,0	12,5	9,1	5,2	3,1
		б/к	24,6	27,1	25,1	22,6	21,1	20,3	19,3	18,1	16,5	14,5	12,1	8,7	4,8	2,8
4	24,1	з/к	27,7	30,9	28,3	25,1	23,1	21,9	20,7	19,3	17,5	15,6	13,4	10,5	6,8	4,9
		б/к	25,1	27,3	25,5	22,9	21,4	20,7	19,9	18,6	16,9	15,1	13,0	10,1	6,4	4,6
5	22,9	з/к	28,2	31,1	28,6	25,5	23,6	22,4	21,1	20,0	18,1	16,3	14,3	10,6	5,8	3,2
		б/к	25,6	27,9	25,8	23,3	21,9	21,2	20,3	19,0	17,5	15,9	13,9	10,3	5,4	2,9
6	24,3	з/к	28,5	31,4	29,1	25,8	24,0	22,7	21,5	20,4	18,8	17,1	14,8	11,9	8,2	6,1
		б/к	25,9	28,1	26,3	23,6	22,3	21,5	20,7	19,4	18,7	16,5	14,4	11,5	7,8	5,8
7	22,4	з/к	28,9	32,0	29,4	25,9	23,9	22,6	21,4	20,0	18,3	15,8	12,9	9,2	4,0	1,7
		б/к	26,3	28,7	26,6	23,7	22,2	21,4	20,6	19,3	17,9	15,3	12,5	8,8	3,6	1,4
8	24,8	з/к	29,1	32,3	29,6	26,3	24,4	23,1	22,0	20,9	19,4	17,9	16,7	12,8	9,2	7,0
		б/к	26,5	29,0	26,8	24,1	22,7	21,9	21,2	20,2	16,8	17,4	16,3	12,4	8,8	6,7

Таблиця 4

Винікі абмеру ствалоў 10 гадоў таму [9]

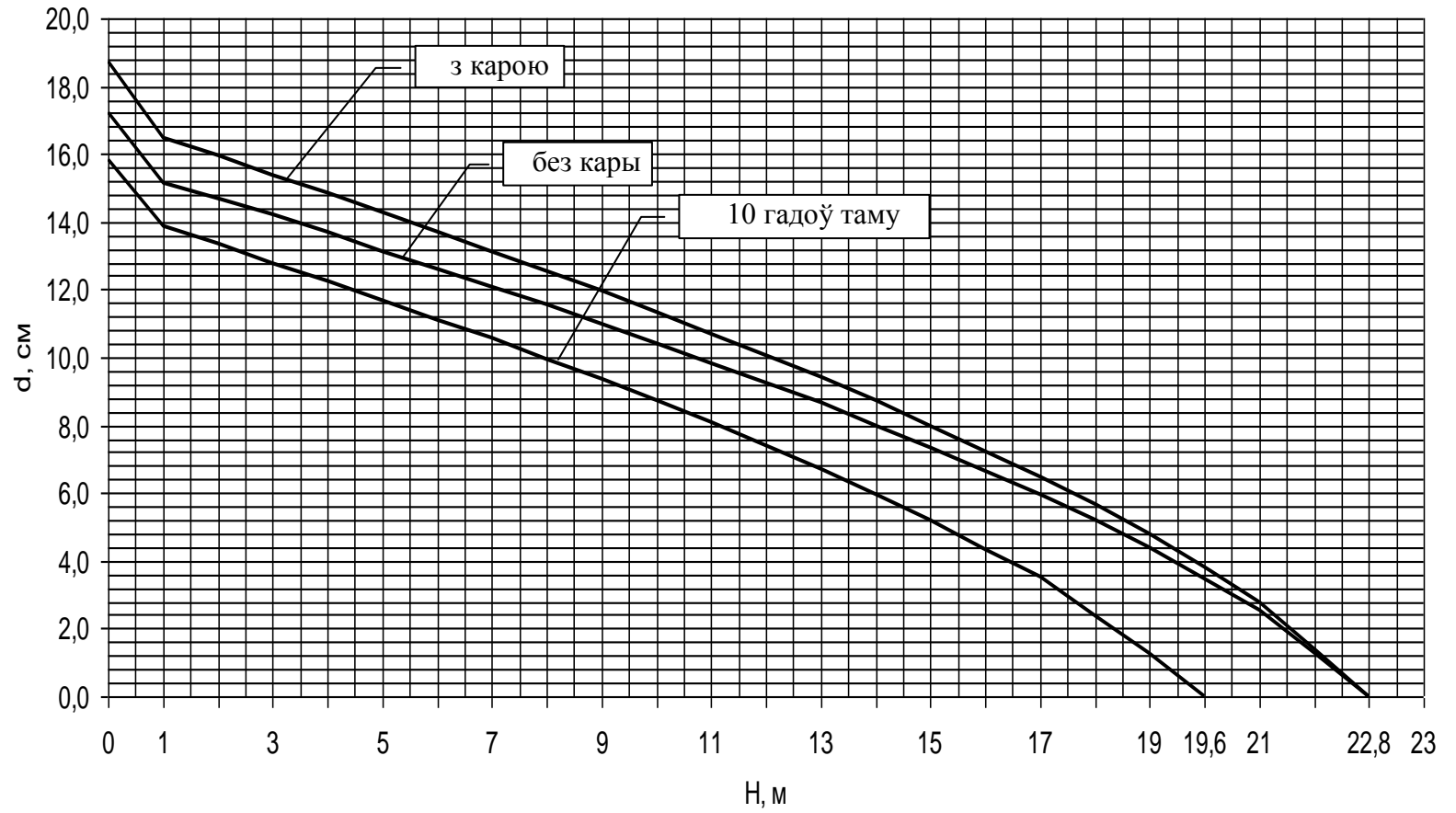
Ва- ры- янт	Даўжыня ствала 10 гадоў таму, м	Дыяметр 10 гадоў таму без кары на абсалютнай вышыні, см												Дыяметр у аснове верха- вінкі, см
		1,3	0	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	
1	21,6	22,3	23,9	22,7	28,4	18,8	17,7	16,6	15,5	13,9	11,7	8,9	5,3	3,3
2	21,8	22,5	24,2	22,9	20,7	19,1	18,1	16,9	15,9	14,3	12,1	9,4	5,5	2,7
3	22,1	23,3	25,2	23,7	21,3	19,9	18,8	17,8	16,6	15,2	13,0	10,2	6,6	4,5
4	21,9	22,9	24,8	23,4	21,9	19,6	18,4	17,5	16,3	14,7	12,6	9,6	6,2	4,1
5	22,1	22,2	23,8	22,5	20,5	19,1	18,1	17,3	16,5	15,1	12,9	10,1	6,5	4,4
6	21,5	23,2	25,1	23,6	21,2	19,8	18,7	17,4	16,0	14,0	11,9	9,0	5,4	3,4
7	22,0	22,4	24,1	22,8	20,6	19,0	18,0	17,2	16,2	14,8	12,5	9,7	6,1	4,2
8	21,7	23,0	25,0	23,3	21,1	19,5	18,5	17,6	16,0	14,4	12,2	9,2	5,5	3,6

Таблиця 5

Зыходныя даныя згодна з варыянтам па выніках абмеру ствалоў
(з/к – дыяметр з карою, б/к – дыяметр без кары, 10 гт – 10 гадоў таму)

Ва- ры- янт	Вы- мя- рэн- не	Даў- жыня ства- ла, м	Дыяметр на абсалютнай вышыні, см													Дыяметр у аснове верха- вінкі, см
			1,3	0	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	
100*	з/к	22,8	32,7	37,5	33,0	30,8	28,6	26,3	23,9	21,4	18,8	16,0	13,0	9,6	5,6	1,1
	б/к		30,0	34,4	30,3	28,4	26,3	24,2	22,0	19,7	17,3	14,7	11,9	8,8	5,1	0,8
100*	10 гт	19,6	27,4	31,7	27,7	25,6	23,4	21,1	18,7	16,2	13,4	10,4	7,0	2,5	–	6,0

* варыянт 100 азначае, што ў якасці зыходных даных выкарыстаны вынікі абмеру іншых ствалоў сасны, што не прыводзяцца ў табл. 3 і 4.



Рыс. 1. Графік збегу ствала сасны: гарызантальны маштаб 1:100, вертыкальны маштаб 1:2

Прыклад выканання разлікаў у кантрольнай рабоце № 1

На аснове зыходных даных у разліковай частцы першай кантрольнай работы неабходна вызначыць: аб'ём ствала з карою, без кары, аб'ём і працэнт кары, аб'ём і працэнт выхаду сартыментаў з аднаго ствала дрэва, збег і каэфіцыенты формы ствала, відавы лік, сярэдні і бягучы прырост па аб'ёме ствала дрэва.

Усе разлікі можна выконваць у рабочым сшытку з дапамогай мікракалькулятара або ў электронных табліцах Excel, кіруючыся ніжэй прыведзеным алгарытмам і прыкладамі вылічэнняў.

Таксацыйныя паказчыкі дрэва (у дадзеным выпадку прыводзяцца ў якасці прыкладу): парода – сасна; узрост – 60 гадоў; доля кроны (працэнт працягласці кроны) – 30%; дыяметры ствала з карою, без кары і 10 гадоў таму (без кары), а таксама даўжыня ствала зараз і 10 гадоў таму прыводзяцца ў табл. 5 (у якасці зыходных даных у метадычных указаннях выкарыстаны вынікі абмеру ствала сасны, што не прыводзяцца ў табл. 3 і 4).

1. Вызначэнне аб'ёму ствала ссечанага дрэва.

Простая формула Губера (простая пасярэдняга сечыва (*срэдинного сечения*)) трактуе аб'ём ствала як аб'ём цыліндра з плошчай сечыва на сярэдзіне даўжыні ствала.

Вызначаем дыяметр на сярэдзіне даўжыні ствала з карою і без кары. Для зручнасці выкарыстоўваем пабудаваны намі графік збегу ствала дрэва (прыклад паказаны на рыс. 1). Напрыклад, даўжыня ствала (зараз) 22,8 м, значыць, па графіку знаходзім значэнне на восі абсцыс $22,8 / 2 = 11,4$ м. Таму на вышыні 11,4 м знаходзім значэнні дыяметраў $d_{0,5h}$ з карою і без кары (зараз). Атрымалі дыяметр з карою на палове даўжыні ($0,5h$) ствала 20,9 см і адпаведна без кары 19,3 см.

Вызначаем плошчы сечываў g , м², па атрыманых дыяметрах d з дапамогай формулы

$$g_{0,5h} = 0,785d_{0,5h}^2 / 10\,000, \quad (1)$$

дзе 10 000 – пераводны каэфіцыент з лінейных сантыметраў дыяметра ў метры квадратныя плошчы сечыва.

Значыць, плошча сечыва з карою складзе

$$g_{з/к} = 0,785 \cdot 20,9^2 / 10\,000 = 0,0343 \text{ м}^2,$$

Другі спосаб, больш прыдатны пры адсутнасці камп'ютарнай тэхнікі, – ужыванне табліц «плошчаў кругоў», прыведзеных у дадатку (табл. Д1), дзе насупраць патрэбнага значэння дыяметра знаходзім адпаведную плошчу сечыва.

Вылічваем аб'ём ствала v , м^3 , па простае формуле Губера

$$v = hg_{0,5h}, \quad (2)$$

дзе h – вышыня (даўжыня) ствала дрэва з табл. 3, м; $g_{0,5h}$ – плошча папярочнага сечыва на палове даўжыні ствала ($0,5h$), м^2 .

Спачатку знаходзім аб'ём ствала з карою $v_{з/к}$

$$v_{з/к} = hg_{0,5h} = 22,8 \cdot 0,0343 = 0,7818 \text{ м}^3.$$

Далей аб'ём ствала без кары $v_{б/к}$

$$v_{б/к} = hg_{0,5h} = 22,8 \cdot 0,0292 = 0,6667 \text{ м}^3.$$

Аб'ём кары v_k , м^3 вызначаем як розніцу атрыманых аб'ёмаў ствала:

$$v_k = 0,7818 - 0,6667 = 0,1151 \text{ м}^3.$$

Адразу высвятляем і долю кары для ствала P_k , %:

$$P_k = 100 v_k / v_{з/к} = 100 \cdot 0,1151 / 0,7818 = 14,7\%.$$

Складаная формула Губера (складаная формула пасярэдніх сечываў на абсалютных вышынях):

$$v = l_c (\gamma_1 + \gamma_3 + \gamma_5 + \dots + \gamma_n) + (1/3 g_{в/в}), \quad (3)$$

дзе l_c – даўжыня стандартнай секцыі, $l_c = 2$ м; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$ – плошчы папярочных сечываў на сярэдзінах 2-метровых секцый, m^2 ; g_b – плошча папярочнага сечыва асновы верхавінкі, m^2 ; l_b – даўжыня верхавінкі, м.

Паводле складанай формулы Губера, або складанай пасярэдніх сечываў на абсалютных вышынях, якая выкарыстоўваецца найчасцей, аб'ём ствала v атрымліваем як суму аб'ёмаў цыліндраў секцый аднолькавай даўжыні l_c і конуса верхавінкі працягласцю l_b .

Вядома, што для забеспячэння дакладнасці 2–3% адносна фізічных метадаў неабходна мець не менш за 8–10 секцый [1]. Пры даўжыні ствала больш за 15 м прымаюць 2-метровыя секцыі (гл. табл. 6).

Табліца 6

Звесткі абмеру ствала сасны для вызначэння аб'ёму на складанай формуле Губера

Секцыя	Даўжыня l , м	Абсалютная вышыня вымярэння h , м	Дыяметр d , см		Плошча сечыва g , m^2	
			з карою	без кары	з карою	без кары
1	2,00	1,00	33,0	30,3	0,0855	0,0721
2	2,00	3,00	30,8	28,4	0,0745	0,0633
3	2,00	5,00	28,6	26,3	0,0642	0,0543
4	2,00	7,00	26,3	24,2	0,0543	0,0460
5	2,00	9,00	23,9	22,0	0,0448	0,0380
6	2,00	11,00	21,4	19,7	0,0359	0,0305
7	2,00	13,00	18,8	17,3	0,0277	0,0235
8	2,00	15,00	16,0	14,7	0,0201	0,0170
9	2,00	17,00	13,0	11,9	0,0133	0,0111
10	2,00	19,00	9,6	8,8	0,0072	0,0061
11	2,00	21,00	–	–	–	–
Верхавінка	2,80	20,00	7,6	7,0	0,0045	0,0038
Разам	22,80	–	–	–	0,4321	0,3656

За верхавінку застаецца апошні меншы за 2 м адрэзак, калі ягоны працяг не менш за палову даўжыні секцыі (г. зн. не менш 1 м). Калі менш, як у разглядаемым прыкладзе ($22,8 - 22,0 = 0,8 < 1,00$ м), апошняя стандартная секцыя ўключаецца ў склад верхавінкі, якая ў нас тады будзе 2,8 м, г. зн. маем 10 поўных секцый даўжынёй 2 м (на поўныя секцыі ($l_c = 2$ м) мы выкарыстаем 20 м даўжыні ствала, і астатняя частка будзе вяршынка ($l_b = 2,8$ м), гл. табл. 6). Кантроль: сума

даўжынь секцый уключна з верхавінкай павінна даваць агульную даўжыню ствала.

Пры 2-метровых секцыях іхнія дыяметры цыліндраў, паводле Губера, належыць вымяраць на сярэдзінах (г. зн., на 1, 3, 5, 7, 9... і, нарэшце, у нашым выпадку на 19 м), дыяметр асновы конуса верхавінкі ў нашым выпадку на 20,0 м. Дыяметр асновы конуса верхавінкі на вышыні 20,0 м вызначаем па графіку збегу (гл. рыс. 1) або шляхам інтэрпаляцыі (калі вядомыя значэнні суседніх дыяметраў (у нашым выпадку на вышыні 19,0 м і 21,0), то шуканы дыяметр на вышыні 20,0 м можна вызначыць як іхнюю сярэднеарыфметычную велічыню).

Дыяметры з карою і без кары выпісваем у табл. 6 з табл. 3 насупраць вышыні іхняга вымярэння. Вызначаем плошчу сечыва для кожнага дыяметра па формуле (1) або па табліцы дадаткаў (гл. табл. Д1) і запісваем у адпаведны слупок табл. 6 (плошча сечыва з карою і без кары). Аб'ём кожнай секцыі знаходзім шляхам памнажэння плошчы сечыва (на сярэдзіне секцыі) на даўжыню секцыі ($l_c = 2$ м). Аб'ём конуса верхавінкі знаходзім па формуле $v = 1/3 g_v l_v$. Атрыманыя вынікі разліку аб'ёмаў секцый, верхавінкі і агульнага аб'ёму ствала запісваем у табл. 7.

Табліца 7

Вызначэнне аб'ёму ствала сасны па складанай формуле Губера

Секцыя	Даўжыня l , м	Абсалютная вышыня вымярэння h , м	Плошча сечыва g , м ²		Аб'ём v , м ³	
			з карою	без кары	з карою	без кары
1	2,00	1,00	0,0855	0,0721	0,1710	0,1441
2	2,00	3,00	0,0745	0,0633	0,1489	0,1266
3	2,00	5,00	0,0642	0,0543	0,1284	0,1086
4	2,00	7,00	0,0543	0,0460	0,1086	0,0919
5	2,00	9,00	0,0448	0,0380	0,0897	0,0760
6	2,00	11,00	0,0359	0,0305	0,0719	0,0609
7	2,00	13,00	0,0277	0,0235	0,0555	0,0470
8	2,00	15,00	0,0201	0,0170	0,0402	0,0339
9	2,00	17,00	0,0133	0,0111	0,0265	0,0222
10	2,00	19,00	0,0072	0,0061	0,0145	0,0122
Верхавінка	2,80	20,00	0,0045	0,0038	0,0042	0,0035
Разам	22,80	—	—	—	0,8594	0,7271

Аналагічна, як прыведзена вышэй для простаі формулы Губера, знаходзім аб'ём кары v_k як розніцу атрыманых аб'ёмаў і высвятляем працэнт кары ствала адносна значэння аб'ёму ствала з карою.

Такім чынам, разлічылі аб'ём ствала сасны па дзвюх стэрэаметрычных формулах (простая і складаная формулы Губера). Вынікі пакажам у табл. 8.

Табліца 8

Вынікі разліку аб'ёму ствала сасны

Стэрэаметрычная формула	Аб'ём v , м ³			Доля кары P_k , %	Адхіленні аб'ёмаў A , ±%		
	з карою	без кары	кары		з карою	без кары	ад фіз. метадаў
Простая Губера	0,7818	0,6667	0,1151	14,7	-9,0	-8,3	±15-20
Складаная Губера	0,8594	0,7271	0,1323	15,4	0,0	0,0	±2-3

Маючы вынікі разлікаў аб'ёмаў з карою і без кары у табл. 8, іхнія адхіленні A , %, ад самага дакладнага значэння аб'ёму T , м³, атрыманага па складанай формуле Губера, вызначым з выразу

$$A = \pm 100(P - T) / T, \% \quad (4)$$

дзе P – значэнне аб'ёму па простаі формуле Губера, м³.

Напрыклад, $A_{з/к} = \pm 100(0,7818 - 0,8594) / 0,8594 = -9,0\%$.

Што да складання **высновы** адносна паказаных у табл. 8 звестак, адзначым, што ў любым выпадку толькі па вылічэннях для аднаго ствала нельга адназначна меркаваць аб дакладнасці разгледжаных формул.

Для простаі формулы Губера атрыманы адхіленні са знакам мінус, г. зн. простая формула Губера па нашых дадзеных заніжае аб'ём ствала дрэва сасны ў параўнанні з прынятым за эталон аб'ёмам па складанай формуле Губера (адхіленне для ствала з карою склала -9,0%, без кары -8,3%).

Увогуле зазначым, што складаныя формулы забяспечваюць больш дакладнае вылічэнне аб'ёму, чым простыя (адхіленні аб'ёмаў ствалоў ад аб'ёмаў, атрыманых па фізічных метадах па даным розных

аўтараў, складаюць $\pm 2-3\%$ [1]).

2. Паказчыкі формы ствала дрэва.

Збег – з’ява змянення (змяншэння) дыяметраў дрэўнага ствала ў кірунку ад камля да верхавіны.

У кантрольнай рабоце разлічваем **абсалютны, адносны і сярэдні збег** ствала дрэва. Зыходныя дадзеныя – дыяметры без кары – выпісваем згодна з варыянтам з табл. 3.

Вынікі разлікаў абсалютнага і адноснага збегу прыводзім у табл. 9.

Табліца 9

Збег ствала сасны (без кары)

Вышыня h , м	Дыяметр без кары d , см	Збег s	
		абсалютны, см	адносны, %
1,30	30,0	–	100,0
0,00	34,4	–	114,7
1,00	30,3	4,1	101,0
2,00	29,4	0,9	97,8
3,00	28,4	1,0	94,7
4,00	27,4	1,0	91,2
5,00	26,3	1,1	87,7
6,00	25,3	1,0	84,2
7,00	24,2	1,1	80,7
8,00	23,1	1,1	77,0
9,00	22,0	1,1	73,3
10,00	20,9	1,1	69,5
11,00	19,7	1,2	65,7
12,00	18,5	1,2	61,7
13,00	17,3	1,2	57,7
14,00	16,0	1,3	53,3
15,00	14,7	1,3	49,0
16,00	13,3	1,4	44,3
17,00	11,9	1,4	39,7
18,00	10,4	1,5	34,5
19,00	8,8	1,6	29,3
20,00	7,0	1,8	23,2
21,00	5,1	1,9	17,0

Абсалютны збег $S_{\text{абс}}$, см – розніца двух дыяметраў d_i , d_{i+n} ствала, вымераных у розных месцах (на адлегласці h_i , h_{i+n} ад нулявой адзнакі):

$$S_{\text{абс}} = d_i - d_{i+n}. \quad (5)$$

Напрыклад, $S_{\text{абс}} = d_0 - d_1 = 34,4 - 30,3 = 4,1$ см/м (гл. табл. 9).

Адносны збег $S_{\text{адн}}$ – адносіна дыяметра ствала d_i да дыяметра, прынятага за базавы d_0 , паказаная ў працэнтах:

$$S_{\text{адн}} = 100d_i / d_0. \quad (6)$$

За базавы дыяметр (d_0) прымаем дыяметр, вымераны на вышыні 1,3 м. Напрыклад, $S_{\text{адн}} = 100d_0 / d_0 = 100 \cdot 34,4 / 30,0 = 114,7\%$ (гл. табл. 9).

Сярэдні збег $S_{\text{сяр}}$, см/м – розніца дыяметраў ствала, якая прыпадае на адзінку адлегласці паміж імі:

$$S_{\text{сяр}} = (d_i - d_{i+n}) / (h_i - h_{i+n}), \text{ см/м}. \quad (7)$$

Сярэдні збег $S_{\text{сяр}}$ вызначаем для ствала ў цэлым паводле формулы

$$S_{\text{сяр}} = d_m / (h - 1,3) = 32,7 / (22,80 - 1,30) = 1,52 \text{ см/м}. \quad (8)$$

Выснова: максімальны абсалютны збег уласцівы для першага кам-лёвага адрэзка (4,1 см/м), далей збег рэзка падае (0,9 см/м) і пасля пэўнага перыяду мінімальнага значэння пачынае ўзрастаць у кірунку да верхавіны ствала (0,9–1,9 см/м, гл. табл. 9).

Каэфіцыент формы q – адносіна дыяметра ствала d_i да базавага дыяметра d_0 , адлюстраваная ў долях адзінкі. Калі ў якасці базавага выкарыстоўваецца таксацыйны дыяметр, атрымліваем **старыя каэфіцыенты формы**; калі за аснову ўзяць дыяметр на нейкай адноснай вышыні (найчасцей на $0,1h$), будзем мець **нармальныя** (ідэальныя) **каэфіцыенты формы**.

$$q = d_i / d_0. \quad (9)$$

Для разліку чатырох старых каэфіцыентаў формы абмяраем дыяметры з карою на вышыні 0,00, 1,30 м, $0,5h$, $\frac{1}{4}h$ і $\frac{3}{4}h$. Першыя два выпісваем у бланк табл. 10 з табл. 3, дыяметр на палове даўжыні ствала ($0,5h$) мы ўжо вызначалі пры разліку аб'ёму ствала па простае формуле

Губера, астатнія два дыяметры атрымліваем паводле пабудаванага намі графіка збегу (гл. рыс. 1). Для гэтага разлічваем месцы замераў дыяметраў на $1/4h$ і $3/4h$.

$$1/4h = 22,80 / 4 = 5,70 \text{ м}; \quad 3/4h = 3 \cdot 22,80 / 4 = 17,10 \text{ м}.$$

У адпаведным месцы графіка ад восі даўжыні (напрыклад, ад значэння 5,70 м) ставім перпендыкуляр да крывой збегу без кары. Трэба памятаць, што пры пабудове графіка збегу (рыс. 1) мы адкладвалі палавінныя значэнні дыяметраў з карою, без кары і 10 год таму. Таму неабходны дыяметр знойдзем памнажэннем адлічанага да 0,1 мм значэння па графіку на назоўнік вертыкальнага маштабу (2). Вынікі пераносім у табл. 10.

Табліца 10

Каэфіцыенты формы q ствала сасны № 100 (прыклад) (з карою)

Ствол № 100					Сярэднія для Беларусі		
Вышыня ад пня h		Дыяметр з карою d , см	Каэфіцыент формы		Парада	Каэфіцыент формы	
абсалютная, м	адносная		нумар	значэнне		нумар	значэнне
1,30	–	32,7	–	–	Б, Г	q_2	0,65
0,00	$0h$	37,5	q_0	1,15	Вч		0,69
5,70	$1/4h$	27,8	q_1	0,85	Д		0,68
11,40	$1/2h$	20,9	q_2	0,64	С		0,67
17,10	$3/4h$	12,8	q_3	0,39	Ас, Е		0,70

Пасля выкарыстоўваем формулы каэфіцыентаў формы:

$$q_0 = d_0 / d_{1,3} = 37,5 / 32,7 = 1,15; \quad (10)$$

$$q_1 = d_{1/4h} / d_{1,3} = 27,8 / 32,7 = 0,85; \quad (11)$$

$$q_2 = d_{1/2h} / d_{1,3} = 20,9 / 32,7 = 0,64; \quad (12)$$

$$q_3 = d_{3/4h} / d_{1,3} = 12,8 / 32,7 = 0,39. \quad (13)$$

Вынікі разлікаў пакажам у табл. 10.

Выснова: паводле атрыманага значэння q_2 наш ствол належыць да

сярэдняязбеглых, бо трапляе ў дыяпазон 0,60–0,70 (у нашым выпадку $q_2 = 0,64$). Ствалы з другім каэфіцыентам формы q_2 , меншым за 0,60, лічацца збеглымі, а з q_2 , які перавышае 0,70, – поўнадраўнянымі [1, 2].

Відавы лік f – адносіна аб'ёму ствала v да аб'ёму аднамернага (одномернаго) цыліндра (г. зн. такога, які мае аднолькавыя са ствалом даўжыню h і дыяметр d).

Аналагічна каэфіцыентам формы адрозніваюць **старыя** (калі за дыяметр цыліндра прымаецца дыяметр ствала на 1,3 м) і **нармальныя** (дыяметр цыліндра роўны дыяметру ствала на 0,1 h) відавныя лікі.

$$f = v / hg_m. \quad (14)$$

Відавы лік разлічым спачатку непасрэдна па выніках абмеру ствала:

$$f = v / hg_m = 0,8594 / (22,80 \cdot 0,0839) = 0,449. \quad (15)$$

дзе v – аб'ём ствала па складанай формуле Губера з карою (б'яром з задання 1, гл вышэй, у нашым выпадку 0,8594 м³); h – вышыня ствала дрэва зараз, м; g_m – плошча папярочнага сечыва ствала дрэва на вышыні 1,3 м ад паверхні зямлі, м² (вызначаем па формуле (1), адпаведна ў формулу падстаўляем значэнне дыяметра ствала на вышыні 1,3 м з карою, у нашым выпадку 32,7 см, атрымліваем 0,0839 м²).

Далей выпрабоўваем рэгрэсійныя мадэлі шэрага аўтараў, пры гэтым неабходна будзе ведаць значэнне каэфіцыента ствала q_2 , для нашага варыянта значэнне q_2 б'яром з табл. 10 (у нашым выпадку сярэдні каэфіцыент формы ствала q_2 роўны 0,64).

Паводле Шыфеля [1]:

$$f = 0,14 + 0,66 q_2^2 + 0,32 / (q_2 h) = 0,14 + 0,66 \cdot 0,64^2 + 0,32 / (0,64 \cdot 22,8) = 0,432. \quad (16)$$

Паводле Кунцэ [1]:

$$f = q_2 - 0,21 = 0,64 - 0,21 = 0,430. \quad (17)$$

Паводле Вайзэ [1]:

$$f = q_2^2 = 0,64^2 = 0,410. \quad (18)$$

Для выкарыстання табліцы ўсеагульных відавых лікаў па вышынях і каэфіцыентах формы q_2 Ткачэнкі [5] (гл. дадатак, табл. Д2) трэба спачатку акругліць да цэлых значэнне вышыні ствала. Калі яно будзе цотным, у загалоўку гэтай табліцы знаходзім значэнне q_2 , а ў бакавіку – вышыню і на перасячэнні радка вышыні і слупка бяром велічыню f . Пры гэтым для вызначэння відавога ліку па табліцы Ткачэнкі выкарыстоўваем нашае значэнне каэфіцыента формы ствала q_2 (у нашым выпадку 0,64, г. зн. з улікам фактычнай формы ствала), а не сярэдняе значэнне каэфіцыента формы ствала q_2 для сасны. Калі акругленае значэнне h будзе няцотнае, напрыклад, як для ствала з вышынёй 22,80 м (23 м), належыць атрымаць f як сярэднеарыфметычнае са значэнняў відавога ліку з бліжэйшых да акругленага значэння вышынь радкоў (у прыведзеным выпадку па суседніх вышынях 22,0 м і 24,0 м).

$$f = (0,439 + 0,436) / 2 = 0,4375 = 0,438.$$

Атрыманья па кожным спосабе відавоя лікі і іхнія адхіленні паводле формулы (4), дзе за T належыць прыняць вынікі ад непасрэднага разліку відавога ліку f , пакажам у табл. 11.

Табліца 11

Вызначэнне відавога ліку f ствала сасны № 100 (з карою)

Спосаб вызначэння	Відавы лік	Адхіленне, ±%
1. Непасрэдны (з выкарыстаннем секцыйнай формулы Губера для вызначэння аб'ёму ствала)	0,449	0,0
2. З улікам фактычнай формы ствала праз q_2 :	–	–
2.1. Паводле рэгрэсіі Шыфеля	0,432	–3,7
2.2. Паводле рэгрэсіі Кунцэ	0,430	–4,2
2.3. Паводле рэгрэсіі Вайзэ	0,410	–8,8
2.4. Па табліцы Ткачэнкі	0,438	–2,5

У парадку ацэнкі атрыманых звестак заўважым, што адносна аднаго ствала нельга зрабіць адназначнай высновы аб дакладнасці таго ці іншага метаду разліку, для гэтага трэба з дапамогай статыстычнага

апарату аналізаваць вынікі вылічэнняў для пэўнай колькасці ствалоў. Пра матэматычны від залежнасці паміж шуканым паказчыкам і іншымі параметрамі ствала, аб прыдатнасці таго ці іншага метаду і інш. могуць сведчыць літаратурныя звесткі [1].

Выснова: за выключэннем формулы Вайзэ, рэгрэсіі відавога ліку астатніх аўтараў для сасновага ствала № 100 (прыклад разлікаў) далі адхіленні ад непасрэднага разліку (з выкарыстаннем значэння аб'ёма ствала, які быў вызначаны па секцыйнай формуле (скаладанай) Губера) не большыя за $\pm 5\%$. Мінімальную розніцу паказала значэнне відавога ліку, атрыманае з табліцы ўсеагульных відавых лікаў Ткачэнкі. Тэарэтычна лепшыя вынікі для канкрэтнага ствала павінны паказваць спосабы разліку, якія дазваляюць улічваць фактычную форму ствала і адлюстроўваюць гіпербалічны характар залежнасці паміж вышынёй і відавым лікам, г. зн. мадэль Шыфеля і табліца Ткачэнкі. Гэта пацвердзілі і вынікі нашых разлікаў, адхіленні склалі адпаведна $-3,7$ і $-2,5\%$.

3. Вызначэнне аб'ёму ствала растучага дрэва.

Спачатку аб'ём ствала растучага дрэва вызначым па асноўнай формуле

$$v = ghf = 0,0839 \cdot 22,80 \cdot 0,438 = 0,8383 \text{ м}^3. \quad (19)$$

дзе f – стары відавы лік, вызначаны ў нашым выпадку па табліцы Ткачэнкі ($f = 0,438$).

Дадзеная формула (19) вынікае з асноўнай формулы відавога ліку (14). Аналагічна разлічваем аб'ёмы з выкарыстаннем відавых лікаў, якія былі вызначаны па рэгрэсіях Шыфеля, Кунцэ, Вайзэ (гл. табл. 11).

Формула Дэнцына [1]:

$$v = 0,001d_{1,3}^2 = 0,001 \cdot 32,7^2 = 1,0693 \text{ м}^3. \quad (20)$$

Найлепшы вынік па гэтым раўнанні атрымліваем для ствалоў сасны вышынёй 25 м, для больш кароткіх і доўгіх ствалоў неабходна ўносіць папраўку, таму ўдакладненая формула будзе мець выгляд

$$v = 0,001d_{1,3}^2 (1 - 0,03(25,0 - h)) = 0,001 \cdot 32,7^2 \cdot (1 - 0,03(25,0 - 22,8)) = 0,9987 \text{ м}^3. \quad (21)$$

Аб'ёмная табліца – лікавая матрыца, якая адлюстроўвае сувязь паміж таксацыйнымі паказчыкамі ствала і аб'ёмам ствала дрэва з карою (без кары). У Беларусі ўжываюцца аб'ёмныя табліцы «з двума ўваходамі», для карыстання якімі трэба ведаць: 1) значэнне дыяметра (ступень таўшчыні); 2) значэнне вышыні ствала.

У кантрольнай рабоце вызначаем аб'ём ствала па табліцы аб'ёмаў драўняных ствалоў па дыяметры і вышыні (аб'ёмная табліца па дыяметры і вышыні (па D і H), г. зн. безразрадная табліца), якая прыводзіцца ў дадатку (гл. табл. Д3). У нашым прыкладзе вышыня ствала 22,8 м (акругляем да 23 м), дыяметр з карою на 1,3 м складае 32,7 см (акруляем да бліжэйшай ступені таўшчыні, г. зн. да значэння ступені 32 см, гл. табл. Д3). Значыць, аб'ём ствала з карою па аб'ёмнай табліцы па дыяметры і вышыні (па D і H) склаў $0,85 \text{ м}^3$ (табл. Д3).

Інфармацыю аб вылічэнні аб'ёма растуцага ствала размесцім у табл. 12.

Табліца 12

Вызначэнне аб'ёму ствала растуцага дрэва сасны (з карою)

Спосаб вызначэння	Аб'ём, м^3	Адхіленне, $\pm\%$
1. Па аб'ёмнай табліцы па дыяметры і вышыні	0,8500	-1,1
2. Па формуле $v = ghf$ з улікам фактычнай формы ствала	–	–
2.1. З вызначэннем f паводле рэгрэсіі Шыфеля	0,8273	-3,7
2.2. З вызначэннем f паводле рэгрэсіі Кунцэ	0,8229	-4,2
2.3. З вызначэннем f паводле рэгрэсіі Вайзэ	0,7839	-8,8
2.4. З вызначэннем f па табліцы Ткачэнкі	0,8383	-2,5
3. Па рэгрэсіі аб'ёму ствала	–	–
3.1. Паводле Дэнцына без папраўкі на h ствала	1,0693	24,4
3.2. Паводле Дэнцына з папраўкай на h ствала	0,9987	16,2
На ссечаным ствале па складанай формуле Губера	0,8594	0,0

Значэнне аб'ёма ствала з карою, якое было вызначана для ствала ссечанага дрэва па складанай формуле Губера, вылічваем у табл. 12 з табл. 7 (у нашым прыкладзе $0,8594 \text{ м}^3$). Маючы вынікі разлікаў аб'ёмаў ствала з карою у табл. 12, разлічваем іхнія адхіленні ад самага дакладнага значэння аб'ёму, атрыманага па складанай формуле Губера

для ствала ссечанага дрэва, аналагічна выразу (4).

Выснова: вызначэнне аб'ёму асобнага ствала па асноўнай формуле $v = ghf$ пры выкарыстанні відавога ліку паводле табліц Ткачэнкі з улікам фактычнай формы ствала паказала ў нашым выпадку мінімальнае заніжэнне аб'ёму ствала (–2,5%). Адхіленне па астатніх спосабах не перавысіла 5%, за выключэннем спосабу вызначэння аб'ёму ствала па асноўнай формуле з разлікам відавога ліку па рэгрэсіі Вайзэ (–8,8%).

Вызначэнне аб'ёму асобнага ствала па аб'ёмнай табліцы па дыяметры і вышыні (г. зн. па безразраднай табліцы) (без інтэрпаляцыі) паказала ў нашым выпадку нязначнае заніжэнне аб'ёму. Зазначым, што гэтыя табліцы адлюстроўваюць сярэднюю, найбольш распаўсюджаную форму ствалоў. Таму іх называюць яшчэ «масавымі», бо для асобнага ствала яны могуць даваць значную памылку з-за няўліку яго фактычнай формы. У той жа час для сукупнасці («масы») ствалоў запас драўніны такімі табліцамі вызначаецца дастаткова дакладна, бо найчасцей сустракаюцца ствалы сярэдняй збегласці, а недахоп аб'ёму збеглых ствалоў кампенсуецца за кошт больш поўнадраўняных згодна з нармальнымі характарам размеркавання растучых ствалоў па форме.

Найменш дакладнай формулай па нашых дадзеных з'яўляецца формула Дэнцына. Дадзеная формула можа быць выкарыстана для прыблізнага і хуткага вызначэння аб'ёму ствала дрэва.

3. Сартыментацыя ствала дрэва. Вызначэнне аб'ёму круглых лесаматэрыялаў

Круглы лесаматэрыял (КЛМ) – адрэзак ствала, які захоўвае форму бакавой паверхні ствала; ЛМ, атрыманы шляхам папярочнага падзелу ствала. **Сартымент** – асобны від лесаматэрыялу, які адпавядае патрабаванням стандарта (СТБ, ДАСТ, ГСТ, ТУ) па памерах і якасці.

Дровы – круглыя або коланыя сартыменты, якія па сваіх памерах і якасці могуць быць выкарыстаныя толькі як паліва [10]. **Пілоўнік** ужываецца для вырабу піламатэрыялаў і нарыхтовак агульнага прызначэння, **шпальнік** – для шпалаў чыгункі, **тарны каржак (тарнік)** накіроўваецца на піламатэрыялы і бочкавую клёпку для тары, **балансы (папяроўка)** ідуць у перапрацоўку на тэхналагічныя трэскі – сыравіну для вытворчасці паперы і кардону, **рудніковая стойка (рудстойка)** распілоўваецца на падпоры столі шахт, **будаўнічы лес і падтаварнік**

выкарыстоўваюцца для будаўніцтва ў неапрацаваным выглядзе. **Тэхналагічная сыравіна (тэхналагічныя дровы)** – дзелавы сартымент, прыдатны на сыравіну для драўняна-валакністых або драўняна-габлюшкавых пліт і для гідролізу.

Параметры асноўных дзелавых круглых лесаматэрыялаў хвойных пародаў вызначаныя айчынным стандартам СТБ 1711–2007 «Лесаматэрыялы круглыя хвойных парод. Тэхнічныя ўмовы» [11], патрабаванні для паліўных дроваў замацаваныя стандартам СТБ 1510–2004 «Дровы. Тэхнічныя ўмовы» [10]. Неабходныя для выканання гэтых лабараторных мінімальныя звесткі пра памеры сартыментаў згодна з гэтымі і некаторымі іншымі стандартам і пададзены ў табл. Д4. Па ўліковых памерах дыяметра (у верхнім зрэзе без кары) згодна з СТБ 1711–2007 дзелавая драўніна падзяляецца на дробную: 6–13 см; сярэдняю: 14–24 см; буйную (*крупную*): 26 см і больш.

Прынцыпы рацыянальнай сартыментацыі ствала: 1) максімізацыя цаны (нарыхтоўваць найбольш дарагія сартыменты); 2) уніфікацыя сартыментаў (выпілоўваць адрэзкі толькі такіх відаў прадукцыі і даўжыняў, якія прадугледжаныя вытворчай праграмай прадпрыемства, а не ўсе магчымыя па стандартах).

Усе магчымыя сартыменты папярэдне размяркоўваюцца ў **памерны і якасны шэрагі** (*размерный и качественный ряды*) – спісы сартыментаў па змяншэнні іхніх памераў і каштоўнасці адпаведна.

Зыходныя звесткі прадстаўлены: 1) вынікі абмеру ствала з карой і без кары з табл. 3, адлюстраваныя ў выглядзе крывых збегу (рыс. 1); акрамя графіка (рыс. 1) пры праектаванні сартыментаў для вызначэння дыяметраў без кары можна ўжываць яшчэ звесткі пра абсалютны збег ствала з табл. 9; 2) памерны і якасны шэрагі сартыментаў. Згодна з гэтым заданнем абодва шэрагі будуць аднолькавыя, напрыклад: пілоўнік (ад 10 см і больш у верхнім зрэзе без кары, намінальнай даўжынёй 6,00 і 4,00 м); падтаварнік (6–13 см, даўжынёй 4,00 і 3,00 м) (альбо балансы ці рудстойка той жа даўжыні, дыяметры – гл. табл. Д4); дровы паліўныя (ад 3 см і больш з карой, даўжынёй 2,00 і 1,00 м).

Падзел ствала на сартыменты (лесаматэрыялы) пачынаем ад камля з улікам нарматыўнай вышыні пня. Для спрашчэння задачы ўмоўна прымаем апошняю ва ўсіх выпадках роўнай 10 см (фактычна гэтак

толькі для ствалоў з таксацыйным дыяметрам да 30 см уключна, пры таўсцейшых дыяметрах павальны зрэз павінен знаходзіцца не вышэй за $1/3d_m$ ад паверхні глебы. Таксама будзем лічыць, што якасьць ствала, як і ягоныя дыяметры, раўнамерна падае ў кірунку ад камля да верхавіны (так сапраўды бывае для ствалоў сасны ў большасці выпадкаў).

Выкарыстоўваем пабудаваны намі графік збегу ствала сасны на аркушы міліметровай паперы фармату А4 (памытаем, што пры пабудове графіка збегу (рыс. 1) адкладвалі палавінныя значэнні дыяметраў). Тады, адклаўшы на рыс. 1 па восі абсцыс ад значэння вышыні пня (0,10 м) ў маштабе фактычную даўжыню (6,10 м) самага каштоўнага сартымента – пілоўніку, трэба праверыць, ці адпавядае ў гэтым месцы (на адлегласці $0,10 + 6,10 = 6,20$ м ад грунту) дыяметр ствала без кары на графіку неабходнаму для пілоўніку мінімальнаму фактычнаму значэнню 9,5 см (мінімальны ж уліковы (акруглены) дыяметр будзе 10 см, гл. табл. Д4). У нашым выпадку дыяметр без кары на адлегласці 6,20 м ад грунту, вызначаны па графіку збегу ствала, склаў 25,0 см (уліковы дыяметр будзе 26,0 см). Прыклады акруглення фактычных (вымераных) дыяметраў да ўліковых (намінальных) значэнняў прыводзяцца ў табл. 13.

Табліца 13

Акругленне фактычных дыяметраў да ўліковых значэнняў

Дыяметр, см					
фактычны	уліковы	фактычны	уліковы	фактычны	уліковы
2,5–3,4	3	10,5–11,4	11	23,0–24,9	24
3,5–4,4	4	11,5–12,4	12	25,0–26,9	26
4,5–5,4	5	12,5–13,4	13	27,0–28,9	28
5,5–6,4	6	13,5–14,9	14	29,0–30,9	30
6,5–7,4	7	15,0–16,9	16	31,0–32,9	32
7,5–8,4	8	17,0–18,9	18	33,0–34,9	34
8,5–9,4	9	19,0–20,9	20	35,0–36,9	36
9,5–10,4	10	21,0–22,9	22	37,0–38,9	38

Далей зноў адкладваем фактычную даўжыню пілоўніку (6,10 м) і правяраем велічыню дыяметра ў верхнім зрэзе без кары будучага сартыменту. Цяпер шукаем дыяметр без кары па графіку збегу на вышыні $0,10 + 6,10 + 6,10 = 12,30$ м ад грунту. Калі атрыманы дыяметр без кары на дадзенай вышыні роўны альбо большы за мінімальна

магчымы для пілоўніку (9,5 см), то праектуем другім сартыментам зноў пілоўнік, гэтак як у нашым выпадку, бо ў нас дыяметр на вышыні 12,30 м склаў 18,1 см. У выпадку калі бачна, што шуканы дыяметр на гэтай вышыні будзе меншы за неабходны для гэтага сартыменту, ад папярэдняга пілоўніку адкладваюць даўжыню наступнага па якасці сартыменту (падтаварніку альбо балансу ці рудстойкі) і параўноўваюць дыяметр ствала (на дадзенай вышыні з графіка збегу) з мінімумам для яго (магчымыя дыяметры і даўжыні вышэйназваных сартыментаў гл. у табл. Д4) і г. д. Такім чынам, вышыню абмеру верхняга зрэзу для кожнага сартыменту атрымліваюць паслядоўна дадаючы да ягонай фактычнай даўжыні фактычныя даўжыні папярэдніх сартыментаў, г. зн. значэнні дыяметраў здымаем з графіка ў адпаведным месцы па вышыні (даўжыні) – на 6,20, 12,30, 16,40, 20,50 м і г. д. Калі не будзе атрымлівацца падтаварнік (альбо балансы), праектуюць дровы, а апошні адрэзак, з якога немагчыма будзе зрабіць дровы, пакідаецца як верхавінка. Даўжыня верхавінкі пры гэтым не мае ніякай сувязі са значэннем апошняй у табл. 6. Кантроль: сума вышынь вымярэння дыяметраў запраектаваных сартыментаў і фактычнай даўжыні верхавінкі павінна даваць даўжыню ствала: $21,50 + 1,30 = 22,80$ м (гл. табл. 14).

Трэба імкнуцца атрымаць са ствала максімум найбольш каштоўнага сартыменту (пілоўніку), а таксама максімум дзелавой драўніны, адпаведным чынам выкарыстоўваючы прыдатную для гэтага па дыяметры частку ствала. Пры вызначэнні месца выразання сартыменту ўлічваюць, што фактычная даўжыня ў дзелавых адрэзкаў перавышае намінал на велічыню прыпуску і допуску, што разам складае 10 см на кожны дзелавы сартымент (для кароткіх дзелавых сартыментаў (даўжынёй да 2 м уключна) велічыня прыпуску і допуску разам складае толькі 2–3 см на кожны адрэзак, гл. табл. Д4). Для дроваў фактычная і намінальная даўжыні роўныя.

Вынікі праектавання паказваем у табл. 14.

Таблиця 14

Сартыментация ствала сасны № 100

Сартымент (памернасьць)	Даўжыня ЛМ, м		Вышыня вымярэння дыяметра у ЛМ ад грунта, м		Дыяметр без кары ЛМ d , см		
	намінальная l_n	фактычная l_ϕ	верхняга зрэзу	на сярэдзіне	верхняга зрэзу		на сярэдзіне
					фактычны	уліковы	
1. Пілоўнік (буйны)	6,00	6,10	6,20	3,00	25,0	26,0	28,4
2. Пілоўнік (сярэдні)	6,00	6,10	12,30	9,00	18,1	18,0	22,0
3. Пілоўнік (дробны)	4,00	4,10	16,40	14,00	12,7	13,0	16,0
4. Балансы (дробны)	4,00	4,10	20,50	18,00	6,0	6,0	10,4
5. Дровы паліўныя	1,00	1,00	21,50	20,50	4,6	5,0	6,6
6. Верхавінка	1,30	1,30	22,80	–	4,6	–	–
Заканчэнне табл. 14							
Сартымент (памернасьць)	Плошча сечыва на сярэдзіне ЛМ g , м ²	Катэгорыя збегу	Аб'ём v , м ³ , паводле		Адхіленне ад Губера, %	Доля сартыменту ад аб'ёму ствала з/к, %	
			ДАСТа 2708–75	формулы Губера			
1. Пілоўнік (буйны)	0,0633	–	0,390	0,380	2,7	44,3	
2. Пілоўнік (сярэдні)	0,0380	–	0,194	0,228	–14,9	26,6	
3. Пілоўнік (дробны)	0,0201	в	0,079	0,080	–1,7	9,4	
4. Балансы (дробны)	0,0084	в	0,025	0,034	–25,7	3,9	
5. Дровы паліўныя	0,0034	в	–	0,003	–	–	
6. Верхавінка (конус)	0,0017	в	–	0,001	–	–	
7. Разам дзелавой			0,688	0,722	–4,7	84,1	
8. Разам дроваў			–	0,003	–	0,4	
9. Разам адходаў (аб'ём кары з табл. 8 і верхавінка)			–	0,133	–	15,5	
10. Аб'ём ствала з/к, м ³				0,858	–	100,0	

Дыяметр без кары на сярэдзіне сартыменту вызначаем, прымаючы да ўвагі намінальную (уліковую) даўжыню (без уліку прыпуску). Напрыклад, для першага сартыменту намінальнай даўжынёй 6,00 м вызначаем дыяметр на палове даўжынні, г. зн. на адлегласці 3,00 м ад грунту (такі дыяметр ёсць у зыходных звестках, гл. табл. 5, у нашым выпадку 28,4 см); для другога сартыменту таксама даўжынёй 6,00 м дыяметр на сярэдзіне будзе вымераны на адлегласці 9,00 м ад грунту (22,0 см, гл. табл. 14). Калі неабходна вызначыць дыяметр на адлегласці 14,00 м або, напрыклад, на адлегласці 20,50 м ад грунту, то выкарыстоўваем графік збегу (рыс. 1) або інтэрпалюем (у выпадку дыяметра на адлегласці 14,00 м шуканае значэнне атрымаем як сярэднеарыфметычнае з суседніх значэнняў дыяметраў на адлегласцях 13,00 і 15,00 м адпаведна з табл. 5 у нашым выпадку).

Верхавіннымі лічацца тыя з дробных дзелавых сартыментаў, для якіх сярэдні збег не меншы за 1 см/м, іншымі словамі, розніца неакругленых ніжняга і верхняга дыяметраў у сантыметрах (слупок 6, табл. 14) роўная або больш за фактычную даўжыню (слупок 3) у метрах. Таксама карысным будзе выкарыстанне звестак табл. 9, каб прыняць рашэнне адносна таго, якія сартыменты аднесці да верхавінных зыходзячы са значэнняў абсалютнага збегу на розных участках драўнянага ствала. У любым выпадку для дзелавых сартыментаў таўшчынёй 15 см і меней неабходна вызначыць катэгорыю збегу, каб ведаць, якую з табліцаў ДАСТА выкарыстоўваць. Шыфр верхавіннага сартыменту «в» паказваюць у слупку «катэгорыя збегу» разліковай табліцы, гл. табл. 14.

Аб'ём адзінкі сартыменту v_i знаходзім па табліцы ДАСТ 2708-75 «*Лесоматэрыялы круглыя. Табліцы аб'ёмов*» [12] для сярэдзінна-камлёвых (гл. табл. Д5 дадатку) або па табліцы для верхавінных бярэнаў (гл. табл. Д6 дадатку) адпаведна на перасячэнні радка ўліковай ступені дыяметра (уліковага дыяметра ў верхнім зрэзе без кары, напрыклад 26,0 см для першага сартыменту) і слупка намінальнай даўжынні (без уліку прыпуску, напрыклад 6,00 м). Г. зн. фактычныя даўжыня лесаматэрыялу і дыяметр у верхнім зрэзе без кары акругляюцца да ўліковых значэнняў пры вызначэнні яго аб'ёму па табліцы ДАСТ 2708–75. Аб'ём верхавінных сартыментаў (якія былі атрыманы з верхняй

часткі ствала, што пацвярджаецца павышанай колькасцю сукоў, павялічаным збегам (не менш за 1 см на 1 м даўжыні), невялікім значэннем дыяметра) вызначаем па асобнай табліцы ДАСТ 2708–75 (гл. табл. Д6 дадатку).

Для кантролю аб'ём лесаматэрыялу вызначаем і па простаі формуле Губера (2), а для верхавінкі – па формуле конуса (напрыклад, гл. другі складальнік у формуле (3)). Плошчу сечыва g на сярэдзіне лесаматэрыялу знаходзім зыходзячы са значэння адпаведнага дыяметра без кары (на сярэдзіне лесаматэрыялу) на аснове формулы (1) або па табл. Д1. Пры вызначэнні аб'ёму лесаматэрыялу выкарыстоўваем значэнне намінальнай даўжыні l_n (напрыклад, 6,00 м). Дыяметр у аснове верхавінкі для вызначэння яе аб'ёма па формуле аб'ёма конуса супадзе з дыяметрам у верхнім зрэзе для апошняга лесаматэрыялу (дроў, у нас 4,6 см). Па гэтым значэнні дыяметра знаходзім плошчу сечыва ($0,0017 \text{ м}^2$), памнажаем на значэнне даўжыні верхавінкі (1,30 м), дзелім на 3 і атрымліваем яе аб'ём ($0,001 \text{ м}^3$).

Пры вылічэнні адхіленняў (слупок 14) аб'ёмаў сартыментаў па Губеру ад значэнняў па ДАСТу паводле формулы (4) за больш дакладны (Т) прымаецца аб'ём сартыменту, вызначаны па простаі формуле Губера.

Для вызначэння таварнай структуры ствала (слупок 15) бярэцца аб'ём паводле Губера, працэнты вылічваюцца ад аб'ёму ствала з карою. Таварная частка (ліквід) атрымліваецца як сума працэнтаў дзелавых сартыментаў і дроў і разам з адходамі павінна складаць роўна 100%.

Выснова: выканалі сартыментацыю ствала сасны, вызначылі аб'ёмы запраектаваных сартыментаў паводле табліц ДАСТ 2708–75, а для кантролю – па простаі формуле Губера. Невялікае адрозненне тэарэтычнага аб'ёму ад звестак ДАСТа (2,7%) назіраем для камлявога сартыменту, для астатніх выпадкаў адхіленні могуць быць больш істотнымі (–14,9%, –25,7%), для сумы дзелавых адрэзкаў розніца ад выніку па простаі формуле Губера складае –4,7%. Доля дзелавых сартыментаў ад аб'ёму ствала з карою скала 84,1%, дроў – 0,4%, адходаў (кара і верхавінка) – 15,5%.

4. Вызначэнне велічыні прыросту ствала дрэва па аб'ёме.

Прырост – з'ява змянення таксацыйных паказчыкаў драўнянага

ствала (ці дрэвастою) з цягам часу. **Прыростам ствала дрэва па аб'ёме** называецца з'ява павелічэння аб'ёму ствала дрэва ў выніку жыццядзейнасці камбіяльнага слоя за пэўны прамежак часу.

У лясной таксацыі адрозніваюць **бягучы і сярэдні прырост**. **Бягучы прырост** – велічыня змянення таксацыйных паказчыкаў драўнянага ствала за пэўны перыяд часу (за 1, 5, 10 гадоў – бягучы **перыядычны** прырост, у сярэднім за 1 год перыяду часу – бягучы **сярэднеперыядычны** прырост). Кожны з іх вызначаецца ў абсалютных (абсалютны прырост – у см, м, м², м³ і г. д.) і адносных (адносны прырост, %) велічынях.

Для вызначэння велічыні бягучага перыядычнага прыросту ствала дрэва па аб'ёме неабходна вызначыць аб'ём ствала без кары ў цяперашні час і 10 гадоў таму. Найбольш дакладна аб'ём ствала ссечанага дрэва можна знайсці на аснове складанай формулы пасярэдніх сечываў на абсалютных вышынях (складанай формулы Губера) (3) для далейшага разліку велічыні прыросту. Аб'ём ствала зараз:

$$v_a = l_c(\gamma_1 + \gamma_3 + \gamma_5 + \dots + \gamma_i) + \gamma' l' + (1/3 g_b l_b), \quad (22)$$

дзе l_c – даўжыня стандартнай секцыі (2 м), м; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_i$ – плошчы папярочных сечываў на сярэдзінах 2-метровых секцый, м²; γ' – плошча папярочнага сечыва на сярэдзіне апошняй не поўнай секцыі, м²; l' – даўжыня апошняй няпоўнай секцыі, м; g_b – плошча папярочнага сечыва асновы верхавінкі, м²; l_b – даўжыня верхавінкі, м.

Аб'ём ствала n гадоў таму:

$$v_{a-n} = l_c(\gamma_{1, a-n} + \gamma_{3, a-n} + \gamma_{5, a-n} + \dots + \gamma_{i, a-n}) + \gamma'_{a-n} l', \quad (23)$$

дзе $\gamma_{1, a-n}, \gamma_{2, a-n}, \gamma_{3, a-n}, \dots, \gamma_{i, a-n}$ – плошчы папярочных сечываў n гадоў таму на сярэдзінах 2-метровых секцый, м²; γ'_{a-n} – плошча папярочнага сечыва n гадоў таму на сярэдзіне апошняй няпоўнай секцыі, м².

Пры выкарыстанні дадзенай формулы ў гэтым выпадку на ствале ссечанага дрэва пазначаецца даўжыня верхавінкі. Даўжыня верхавінкі роўна прыросту ствала па вышыні за n гадоў (іншымі словамі, гэта розніца вышыні ствала зараз і 10 гадоў таму – што ёсць **бягучы**

перыядычны (за n гадоў) прырост ствала дрэва па вышыні). Заўважым, што верхавінка ў гэтым заданні не мае нічога агульнага з верхавінкай у табл. 6, 7 і 13. Астатняя частка ствала (даўжынёй, якая была 10 гадоў таму, у нас 19,60 м, табл. 5) падзяляецца на секцыі (адрэзкі) аднолькавай даўжыні (2,00 м). Пры гэтым часта атрымліваецца, што даўжыня апошняй секцыі менш 2,00 м. Напрыклад, у нашым выпадку даўжыня ствала n гадоў таму 19,60 м, значыць, маем 9 поўных 2-метровых секцый (сума даўжынь складзе 18,00 м), і даўжыня апошняй няпоўнай секцыі будзе роўна 1,60 м (гл. табл. 15, паводле складанай Губера).

Табліца 15

Вызначэнне аб'ёму ствала сасны зараз і 10 гадоў таму

Секцыя	Даўжыня l , м	Абсалютная вышыня вымярэння h , м	Дыяметр d , см		Плошча сечыва g , м ²		Аб'ём v , м ³	
			зараз	10 гадоў таму	зараз	10 гадоў таму	зараз	10 гадоў таму
Паводле простага формулы Губера								
–	19,60	9,80	21,1	17,7	0,0349	0,0246	0,6837	0,4820
Верхавінка	3,20	19,60	5,1	–	0,0046	–	0,0149	–
Разам	22,80	–	–	–	–	–	0,6986	0,4820
Паводле складанай формулы Губера								
1	2,00	1,00	30,3	27,7	0,0721	0,0602	0,1441	0,1205
2	2,00	3,00	28,4	25,6	0,0633	0,0514	0,1266	0,1029
3	2,00	5,00	26,3	23,4	0,0543	0,0430	0,1086	0,0860
4	2,00	7,00	24,2	21,1	0,0460	0,0349	0,0919	0,0699
5	2,00	9,00	22	18,7	0,0380	0,0275	0,0760	0,0549
6	2,00	11,00	19,7	16,2	0,0305	0,0206	0,0609	0,0412
7	2,00	13,00	17,3	13,4	0,0235	0,0141	0,0470	0,0282
8	2,00	15,00	14,7	10,4	0,0170	0,0085	0,0339	0,0170
9	2,00	17,00	11,9	7	0,0111	0,0038	0,0222	0,0077
10	1,60	18,80	8,8	2,5	0,0065	0,0007	0,0130	0,0014
Верхавінка	3,20	19,60	5,1	–	0,0046	–	0,0149	–
Разам	22,80	–			–	–	0,7393	0,5296

Выпісваем значэнні дыяметраў без кары зараз і 10 гадоў таму з табл. 3 і 4 (у нас ўжо складзена табл. 5 з зыходнымі звесткамі абмеру

ствала) на сярэдзінах секцый, г. зн. на вышынях 1,00; 3,00; 5 і г. д., (у нашым выпадку апошняя значэнне дыяметра – на вышыні 17,00 м (так як сума даўжынь поўных секцый 18,00 м)) для вылічэння значэнняў плошчаў сечываў ствала на гэтых вышынях па атрыманых дыяметрах па формуле (1) або па табл. Д1. Даўжыня апошняй няпоўнай секцыі ў нас 1,60 м, значыць, палова – 0,80 м, таму вышыня вымярэння дыяметра на сярэдзіне апошняй няпоўнай секцыі будзе $18,00 + 0,80 = 18,80$ м. У сваю чаргу дыяметр асновы верхавінкі, даўжыня якой роўна прыросту па вышыні за n гадоў ствала, будзе вымерана на вышыні 19,60 м (гэта вышыня ствала, што была n гадоў таму).

Атрыманая вынікі разліку плошчаў сечываў g , m^2 , аб'ёмаў секцый, верхавінкі і агульнага аб'ёму ствала v_a , m^3 , зараз (без кары) і n гадоў таму v_{a-n} , m^3 , запісваем у табл. 15.

Разлічваем абсалютны бягучы сярэднеперыядычны прырост па аб'ёме ствала дрэва (абавязкова звяртаем увагу на прынятыя сімвалы ў абазначэннях):

$$\bar{Z}_v^n = (v_a - v_{a-n}) / n = (0,7393 - 0,5296) / 10 = 0,0210 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (24)$$

Адносны бягучы сярэднеперыядычны прырост па аб'ёме ствала разлічым на аснове формулы простых працэнтаў:

$$P_{\bar{Z}_v^n} = 100 \bar{Z}_v^n / v_a = 100 \cdot 0,0210 / 0,7393 = 2,8\%. \quad (25)$$

Менш дакладна, але больш хутка аб'ём ствала ссечанага дрэва зараз і 10 гадоў таму знойдем на аснове простай формулы пасярэдніх сечываў (простай формулы Губера) (2) для далейшага разліку велічыні прыросту. Аб'ём ствала зараз:

$$v_a = h_{a-n} g_{0,5h} + (1/3 g_b l_b), \quad (26)$$

дзе h_{a-n} – даўжыня ствала дрэва n гадоў таму, м; $g_{0,5h}$ – плошча папярочнага сечыва на палове даўжыні ствала n гадоў таму, m^2 .

Аб'ём ствала n гадоў таму:

$$V_{a-n} = h_{a-n} g_{0,5h, a-n}, \quad (27)$$

дзе $g_{0,5h, a-n}$ – плошча папярочнага сечыва n гадоў таму на палове даўжыні ствала n гадоў таму, m^2 .

Пры выкарыстанні дадзенай формулы ў гэтым выпадку на ствале ссечанага дрэва таксама пазначаецца даўжыня верхавінкі, роўная прыросту ствала ў вышыню за n гадоў (ужо маем даўжыню верхавінкі, у нас 3,2 м – прырост ствала дрэва ў вышыню). На сярэдзіне даўжыні ствала, якая была 10 гадоў таму (у нас 19,60 м, гл. табл. 5, значыць $19,60 / 2 = 9,80$ м) вызначаем па графіку збегу (рыс. 1) дыяметр зараз без кары на вышыні 9,80 м і 10 гадоў таму, які быў на гэтай вышыні (9,80 м).

Вызначаем плошчы сечываў па атрыманых значэннях дыяметраў (у нас $0,0349 m^2$ (зараз) і $0,0246 m^2$ (10 гадоў таму)), памнажаем на значэнне даўжыні ствала n гадоў таму (19,60 м), атрымліваем аб’ёмы адпаведна зараз (няпоўнага ствала) і n гадоў таму (поўны аб’ём). Атрыманы аб’ём зараз сумуем з аб’ёмам верхавінкі, такім чынам маем сумарны аб’ём ствала ў цяперашні час (гл. табл. 15).

Па атрыманых значэннях аб’ёмаў зараз і 10 гадоў таму разлічваем прырост ствала дрэва па аб’ёме аналагічна па формулах (24 і 25).

Знойдзем адносную велічыню бягучага сярэднеперыядычнага прыросту па аб’ёме ствала дрэва па формуле Шнайдара (па сярэдняй шырыні гадавога слоя):

$$P_{Z_v} = ki / d_a = 630 \cdot 0,13 / 30,0 = 2,7\%. \quad (28)$$

дзе k – каэфіцыент, які залежыць ад долі (працягласці) кроны і ацэнкі росту ствала ў вышыню (гл. табл. 16); i – сярэдняя шырыня гадавога слоя на вышыні 1,30 м, см; d_a – дыяметр зараз (без кары), вымераны на вышыні 1,30 м, см.

Табліца 16

Ацэнка росту ствала дрэва ў вышыню [9]

Пароды	Прырост ў вышыню за 10 гадоў, м				
	слабы	умераны	добры	вельмі добры	выдатны
Сасна	да 1,00 м	1,10–2,90	3,00–4,00	4,10–5,00	5,10 і болей
Елка	да 0,50 м	0,60–1,90	2,00–3,00	3,10 і болей	–

Вызначаем каэфіцыент k ў залежнасці ад долі кроны і росту ў вышыню за 10 гадоў (гл. табл. 16) па табл. 17.

Табліца 17

Значэнні каэфіцыента k для формулы Шнайдара [9]

Доля кроны, %	Ацэнка росту ствала ў вышыню за 10 гадоў				
	Слабы	Умераны	Добры	Вельмі добры	Выдатны
24,9 і меней	530	600	670	730	800
25,0–50,0	500	570	630	700	770
51,0 і болей	470	530	600	670	730

У нашым выпадку прырост у вышыню за 10 гадоў склаў 3,20 м (рознiца вышiнi зараз i вышiнi 10 гадоў таму з таблiцы зыходных звестак, табл. 5. Таму маем па табл. 16 рост у вышыню добры. Доля кроны у нашым варыянце 30% (бяром з зыходных звестак, табл. 2), значыць, каэфіцыент k роўны 630 (гл. табл. 17).

Сярэдняя шырыня гадавога слоя i , мм:

$$i = (d_a - d_{a-n}) / 2 \cdot 10 = (30,0 - 27,4) / 20 = 0,13 \text{ см.} \quad (29)$$

дзе d_a, d_{a-n} – дыяметр без кары зараз і 10 гадоў таму на вышiнi 1,30 м, см.

Разлiчым адносную велiчыню бягучага сярэднеперыядычнага прыросту па аб'ёме ствала дрэва па формуле Турскага:

$$P_{\frac{z}{v}} = (K + 2)200 / n (d_a - d_{a-n}) / (d_a + d_{a-n}) = 3 \cdot 200 / 10 \cdot (30,0 - 27,4) / (30,0 + 27,4) = 3 \cdot 20 \cdot 2,6 / 57,4 = 2,7\%. \quad (30)$$

дзе K – каэфіцыент, які залежыць ад росту ствала ў вышыню (табл. 18).

Табліца 18

Значэнні каэфіцыента K для формулы Турскага [9]

Ацэнка росту ствала ў вышыню за 10 гадоў				
Слабы	Умераны	Добры	Вельмі добры	Выдатны
0,4	0,7	1,0	1,3	1,6

У нашым выпадку $K = 1$ (рост у вышыню добры, гл. табл. 18).

Па формулах (28) і (30) разлічылі адносны бягучы сярэднеперыядычны прырост па аб'ёме ствала дрэва. Ведаючы адносную велічыню прыроста, знойдзем абсалютны бягучы сярэднеперыядычны прырост па формуле

$$\bar{Z}_v^n = P_{\bar{Z}_v^n} v_a / 100 = 2,7 \cdot 0,7393 / 100 = 0,0202 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (31)$$

Вынікі разліку абсалютнага і адноснага бягучага **сярэднеперыядычнага** прыросту ствала па формулах заносім у табл. 19.

Табліца 19

Вынікі разліку бягучага сярэднеперыядычнага (n = 10) прыросту ствала сасны па аб'ёме

Спосаб разліку	Аб'ём v, м ³		Прырост		Адхіленне	
	зараз	10 гадоў таму	абсалютны	адносны	м ³	%
Непасрэднае вызначэнне на ссечаным ствале						
Складаная Губера	0,7393	0,5296	0,0210	2,8	0,0	0,0
Простая Губера	0,6986	0,4820	0,0217	3,1	0,0007	3,3
Разлік на растучым ствале						
Паводле Шнайдара			0,0202	2,7	-0,0008	-3,8
Паводле Турскага			0,0202	2,7	-0,0008	-3,8

Маючы вынікі разлікаў абсалютнага прыросту, іхнія адхіленні ад самага дакладнага значэння прыросту вызначаем з выразу (4).

Выснова: вызначылі велічыню прыросту ствала дрэва па аб'ёме. Першыя два спосабы (з вызначэннем аб'ёма ствала на аснове стэрэаметрычных формул) прымяняюцца для ствала ссечанага дрэва; іншыя два – для растучага. Найлепшыя вынікі паказаў спосаб вызначэння прыросту з разлікам аб'ёмаў на аснове простаі формулы Губера (3,3%), а таксама формулы Шнайдара і Турскага (-3,8%). Безумоўна, толькі па вылічэннях для аднаго ствала нельга адзначна меркаваць аб дакладнасці разгледжаных формул (і метаду ў цэлым).

Лабораторная работа №2

Тэарэтычныя пытанні

1. Адміністрацыйна-гаспадарчае і лесаводча-таксацыйнае раздзяленне лясной плошчы. Таксацыйны выдзел. Элемент лесу. Таксацыйныя паказчыкі насаджэнняў.
2. Таксацыйныя паказчыкі насаджэнняў: класс банітэту, тып лесу.
3. Вызначэнне сярэдняга дыяметра, сярэдняй вышыні элемента лесу пры пераліковай таксацыі лесу.
4. Вызначэнне адноснай паўнаты, суммы плошчаў сечываў дрэвастою пры пераліковай таксацыі лесу.
5. Суцэльны пералік дрэваў на пробнай плошчы. Тэхніка правядзення суцэльнага пераліку і вымярэння вышынь дрэваў у дрэвастоі. Пераліковая ведамасць.
6. Таксацыя дрэвастояў на часовых пробных плошчах.
7. Вызначэнне таксацыйных паказчыкаў па даных таксацыі на часовых пробных плошчах.
8. Вызначэнне запасу дрэвастоя па даных таксацыі на часовай пробнай плошчы.
9. Вызначэнне запасу дрэвастоя па спосабе мадэльных дрэваў. Методыка падбору і патрабаванні да памераў, формы і якасці мадэльных дрэваў.
10. Вызначэнне запасу дрэвастою пры вокамернай таксацыі лесу.
11. Таксацыя дрэвастояў на пастаянных пробных плошчах (стацыянарах).
12. Вызначэнне таксацыйных паказчыкаў па даным таксацыі на пастаянных пробных плошчах (стацыянарах).
13. Выбаркавая таксацыя дрэвастояў. Планаванне выбаркавых назіранняў і вымярэнняў.
14. Таксацыя дрэвастояў на рэласкапічных кругавых пробных пляцоўках і кругавых пробных пляцоўках пастаяннага радыуса.
15. Вызначэнне суммы плошчаў сечываў па спосабе Бітэрліха. Выкарыстанне люстэркавага рэласкопа Бітэрліха.
16. Метады сартыментацыі запасу дрэвастою. Сартыментацыя запасу дрэвастою па сартыментных табліцах.
17. Сартыментацыя запасу дрэвастою спосабам мадэльных дрэваў.
18. Сартыментацыя запасу дрэвастоя па пробнай плошчы. Індывідуальная падрэўная сартыментацыя запасу дрэвастою.
19. Сартыментацыя запасаў дрэвастояў па таварных табліцах.
20. Заканамернасці будовы дрэвастою. Рэдукцыйныя лікі і натуральныя ступені таўшчыні.
21. Мадэлі будовы дрэвастою па дыяметры.

22. Паняцце бягучага прыросту дрэвастою па запасе. Адпад і бягучае змяненне запасаў дрэвастояў.
23. Таксацыя прыросту асобных дрэваў і дрэвастояў.
24. Вызначэнне бягучага прыросту дрэвастою па запасе на пастаянных пробных плошчах метадам паўторных вымярэнняў.
25. Вызначэнне бягучага прыросту дрэвастою па запасе на часовых пробных плошчах. Спосаб мадэльных дрэваў.
26. Табліцы бягучага прыросту дрэвастою па запасе.
27. Ход росту і прадукцыйнасць дрэвастояў. Табліцы ходу росту дрэвастояў, іх змест і практычнае значэнне.
28. Метады складання табліц ходу росту і прадукцыйнасці дрэвастояў.
29. Закамернасці ходу росту насаджэнняў.
30. Сучасныя накірункі мадэлявання росту лесу.
31. Падзел лясоў па народнагаспадарчай значнасці. Айчынная сістэма падзелу лясоў па прызначэнні.
32. Калектыўныя і індывідуальныя трэніроўныя работы інжынерна-тэхнічных работнікаў лесаўпарадкавання.
33. Палявыя лесаінвентарызацыйныя дакументы. Падрыхтоўка фотаабрысаў (аэрафотаздымкаў) і абрысаў да таксацыі лесу.
34. Палявыя лесаінвентарызацыйныя дакументы. Картка таксацыі лесу.
35. Лесаінвентарызацыя. Прыкметы і нарматывы вылучэння таксацыйных выдзелаў.
36. Метады лесаінвентарызацыі. Вакамерны метады.
37. Метады лесаінвентарызацыі. Вакамерна-вымяральны метады.
38. Метады лесаінвентарызацыі. Дэшыфравальны метады.
39. Таксацыя дрэвастояў пры палявых лесаўпарадкавальных работах. Нарматывы дакладнасці, адзінкі вымярэння і градацыі вызначэння таксацыйных паказчыкаў дрэвастояў.
40. Таксацыя дрэвастояў пры палявых лесаўпарадкавальных работах. Вызначэнне асноўных таксацыйных паказчыкаў.
41. Вывучэнне асаблівасцяў лесааднаўлення, санітарнага стану, росту, таварнасці і прадукцыйнасці лесу пры палявых лесаўпарадкавальных работах.
42. Асаблівасці таксацыі радыяцыйна забруджаных лясоў.
43. Прызначэнне лесагаспадарчых мерапрыемстваў пры таксацыі выдзелаў.
44. Адвядзенне і таксацыя лесасек у Беларусі.
45. Метады ўліку драўніны, адпускаемай у растучым стане (на карані). Адбор дрэваў у высечку і іх пералік.
46. Таксацыя лесасек пры водпуску драўніны на карані з улікам па плошчы.
47. Таксацыя лесасек пры выдачы драўніны на карані з улікам па колькасці дрэваў, прызначаным у высечку (па пнях). Таксацыя лесасек пры выдачы драўніны на карані з улікам па колькасці нарыхтаванай драўніны.

48. Матэрыяльная ацэнка запасу дрэвастою на лесасецы. Апрацоўка матэрыялаў таксацыі. Грашовая ацэнка запасу дрэвастою на лесасецы. Лясная такса.

49. Кантроль якасці работ па адвядзенні і таксацыі лесасек. Дакументацыя па лесасечным фондзе.

50. Правіла выдачы драўніны ў Беларусі. Водпуск драўніны на корані. Рэалізацыя ў нарыхтаваным выглядзе.

Разліковая частка кантрольнай работы №2

Для выканання разліковай часткі ў другой кантрольнай рабоце спачатку вызначаем свой варыянт, які ўстанаўліваем згодна са сваім імем і прозвішчам – выкарыстоўваем першыя дзве літары імя і першыя дзве літары прозвішча («у шахматным парадку»).

Па першай літары імя ўстанаўліваем нумар варыянта для колькасці дзелавых ствалоў; далей па першай літары прозвішча – варыянт для дрывяных ствалоў; далей па другой літары імя – нумар варыянта для сярэдніх вышынь па ступенях таўшчыні; па другой літары прозвішча – нумар варыянта для сярэдняга ўзросту элемента лесу (ЭЛ) (гл. табл. 20).

Табліца 20

Выкарыстанне літар і знакаў імя і прозвішча для выбару варыянтаў заданняў для разліковай часткі кантрольнай работы № 2

Літара, знак	Нумары варыянтаў			
	Колькасць ствалоў		Сярэдняя вышыня	Сярэдні ўзрост
	дзелавых	Дрывяных		
А, Б, К, Ё	1	1	1	1
Б, Э, Ф, М	2	2	2	2
В, Ю, Х, У	3	3	3	3
Г, Я, П, Ў	4	4	4	4
Д, Ц, Р, Н	5	5	5	5
Е, Ч, Ы, І	6	6	6	6
Ж, Ё, С, О, Ё	7	7	7	7
З, Ш, Т, Л	8	8	8	8

Напрыклад, студэнт Іван Шышкін у кантрольнай рабоце № 2 атрымае наступныя варыянты зыходных дадзеных (гл. табл. 20): спачатку выкарыстоўваем першую літару імя: І – варыянт 6 (дзелавыя ствалы); далей выкарыстоўваем першую літару прозвішча: Ш – варыянт 8 (дрывяныя ствалы); другая літара імя: В – варыянт 3 (сярэдняя вышыня); другая літара прозвішча: Ы – варыянт 6 (сярэдні ўзрост). Плошча пробы – 0,85 га. Такім чынам, зыходныя даныя – колькасць дзелавых і дрывяных ствалоў; сярэдняя вышыні ступеняў таўшчыні, сярэдні ўзрост ЭЛ выпісваем згодна са сваім варыянтам з табл. 21.

Прыклад выканання разлікаў у кантрольнай рабоце №2

На аснове зыходных даных у разліковай частцы патрэбна вызначыць асноўныя таксацыйныя паказчыкі сасновага дрэвастою, запас дрэвастою рознымі спосабамі, выканаць матэрыяльную і грашовую ацэнку запасу дрэвастою ў растуцым стане, разлічыць сярэдні і бягучы прырост дрэвастою па запасе па даных пераліку ствалоў на пробнай плошчы (пробе). Усе разлікі можна выконваць у рабочым сшытку або ў табліцах Excel, кіруючыся ніжэй прыведзенымі прыкладамі вылічэнняў. Звесткі варыянтаў пераносім ў форму пераліковай ведамасці табл. 22. З мэтай змяншэння аб'ёму работ у ёй не паказаны абавязковыя ў рэальным пераліку графы для сухастойных і ўсыхальных ствалоў.

Табліца 21

Зыходныя звесткі па варыянтах для кантрольнай работы № 2

Ступень таўшчыні, см	Нумары варыянтаў							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Колькасць дзелавых ствалоў, шт.								
8	4	2	1	4	2	6	3	2
12	12	9	9	16	14	13	8	7
16	34	28	24	36	32	29	22	21
20	58	34	34	45	40	30	36	30
24	68	40	46	58	56	65	42	42
28	54	57	51	59	48	56	61	54
32	30	34	29	26	37	32	47	41
36	23	24	21	16	18	15	28	26
40	14	17	19	13	12	15	18	21
44	8	7	13	7	8	5	9	10
Колькасць дрывяных ствалоў, шт.								
8	1	2	–	–	3	1	2	1
12	1	–	1	2	1	1	–	1
16		4	–	1	–	1	2	–
20	3	1	2	1	4	1	1	–
24	–	–	5	2	2	3	1	2
28	–	1	6	1	1	1	2	1
32	3	1	1	2	4	1	2	1
36	4	1	3	1	1	2	2	1

40	1	–	2	1	1	–	2	1
44	–	3	1	–	2	1	–	1
Сярэдняя вышыня, м								
8	11,7	11,0	13,0	10,8	11,4	12,1	13,7	11,9
12	14,0	13,5	15,8	13,3	14,0	14,3	15,5	14,2
16	18,1	16,4	18,2	15,3	18,0	17,5	18,8	18,6
20	21,3	19,0	20,2	18,1	21,2	20,1	20,9	20,4
24	23,3	21,0	22,9	20,8	23,5	22,3	22,1	24,3
28	25,5	22,2	23,4	21,2	26,5	25,0	23,7	25,3
32	26,0	23,3	25,7	23,9	27,0	26,2	24,1	26,6

Заканчэнне табл. 21

Ступень таўшчыні, см	Нумары варыянтаў							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Сярэдняя вышыня, м								
36	26,8	24,6	25,8	24,8	28,2	27,1	25,1	27,7
40	27,2	25,2	26,6	25,3	28,8	28,0	25,9	28,5
44	28,2	25,7	27,1	26,9	29,3	28,7	26,5	28,9
Сярэдні ўзрост элемента лесу, гадоў								
–	95	115	85	90	105	110	80	100

Табліца 22

Пераліковая ведамасць пробнай плошчы № 1. Плошча 0,85 га

Ступень таўшчыні, см	Элемент лесу сасна (95)			
	Колькасць ствалоў, шт.			Сярэдняя вышыня, м
	дзелавых	дрывяных	разам	
12	/ 5	/ 3	8	12,1
16	/ 23	/ 3	26	16,4
20	/ 85	/ 1	86	19,7
24	/ 111	/ 3	114	21,2
28	/ 83	/ 1	84	23,8
32	/ 27	/ 1	28	24,7
36	/ 21	–	21	25,6
40	/ 11	/ 1	12	26,2
44	/ 5	–	5	26,9
Разам	371	13	384	–
На 1 га	436	15	452	–

Інфармацыю пра колькасць ствалоў элемента лесу (ЭЛ) – у нас сасна (95 гадоў) – выпісваем з табл. 21, пры гэтым у клетках дзелавых, дрывяных ствалоў табл. 22 належыць выканаць імітацыю працэсу падліку ствалоў метадам канверта. Узрост ЭЛ выбіраюць з табл. 21 згодна са сваім варыянтам і паказваюць у загалюкавай частцы пераліковай табліцы як частку назвы элемента лесу. Заўважым, што ў прыведзеным прыкладзе ў адрозненне ад зыходных звестак у табл. 21 па варыянтах пералік пачынаецца са ступені 12, так як у ступені 8 няма ствалоў. Палявы кантроль пераліковай ведамасці прадугледжвае, што для ЭЛ сума ствалоў усіх ступеняў графы «Разам» па вертыкалі павінна быць роўнай суме дзелавых і дрывяных графы «Разам» па гарызанталі.

1. Разлік асноўных таксацыйных паказчыкаў элемента лесу

Сума плошчаў сечываў G (да $0,1 \text{ м}^2$) або **абсалютная паўната** для ЭЛ атрымліваецца як сума плошчаў сечываў асобных ступеняў G_i , а для кожнай ступені – як здабытак плошчы сечыва цэнтральнага дрэва ступені g_i і колькасці ўсіх расту- чых ствалоў n_i у ёй.

$$G = \sum G_i = \sum g_i n_i, G_{12} = g_{12} n_{12} \dots \dots \quad (32)$$

Плошчу сечыва цэнтральнага дрэва ступені g_i знаходзім па формуле (1), г. зн. умоўна прымаючы форму папярочнага сечыва ствала за круг. Напрыклад, плошча сечыва ступені таўшчыні 12 складзе: $g_{12} = 0,785 \cdot 12^2 / 10\,000 = 0,0343 \text{ м}^2$. Атрыманае значэнне памнажаем на колькасць ствалоў у дадзенай ступені таўшчыні (у нас 8 шт.), такім чынам маем суму плошчаў сечываў для ступені 12 ($0,0904 \text{ м}^2$, табл. 23).

Табліца 23

Ведамасць полекамеральнай апрацоўкі пробнай плошчы № 1

Ступень таўшчыні, см	Элемент лесе сасна (95)						
	Колькасць ствалоў n_i , шт.		Сума плошчаў сечываў G , м^2	Згладжаная вышыня H , м	Аб'ём аднаго ствала v_i , м^3	Запас M , м^3	
	разам	у т. л. дзелавых				разам	у т. л. дзелавых
12	8	/ 5	0,0904	12,1	0,07	0,56	0,35
16	26	/ 23	0,5225	16,3	0,16	4,16	3,68
20	86	/ 85	2,7004	19,4	0,28	24,08	23,80
24	114	/ 111	5,1546	21,7	0,45	51,30	49,95
28	84	/ 83	5,1697	23,5	0,64	53,76	53,12
32	28	/ 27	2,2508	24,7	0,89	24,92	24,03

36	21	/ 21	2,1365	25,6	1,16	24,36	24,36
40	12	/ 11	1,5072	26,2	1,43	17,16	15,73
44	5	/ 5	0,7599	26,8	1,78	8,90	8,90
Разам	384	371	20,3	–	–	209	204
На 1 га	452	436	23,9	–	–	246	240
Выхад, %	100	96,6	–	–	–	100	97,5
Клас таварнасці	–	I	–	–	–	–	I

Плошчу сечыва сярэдняга дрэва $g_{\text{ср}}$ (да $0,0001 \text{ м}^2$) вызначаем для ЭЛ дзялен-
нем сумы плошч.

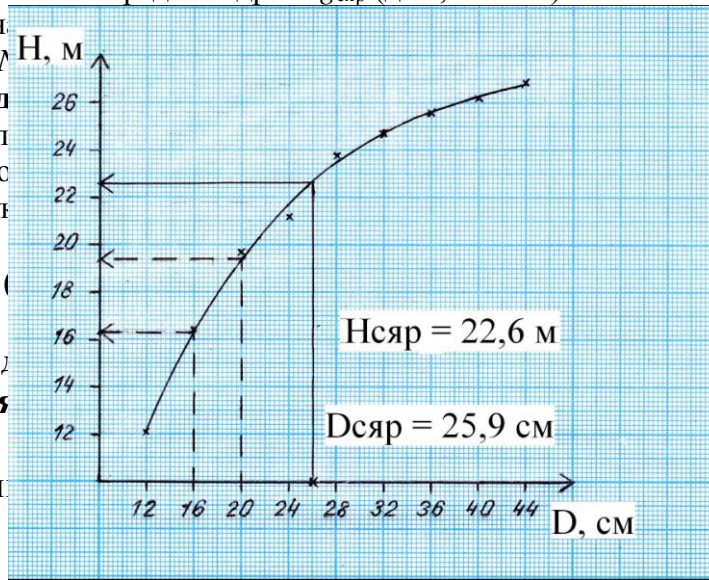
ягоных ствалоў L

Сярэні д
велічыня праз пл
(табл. Д1) адварс
няў плошчаў шу

$$D = 2 \cdot 10$$

дзе 100 – перавод

Сярэня
вызначаецца
крывой вышы



на колькасць

неквадратычная
крывая кругаў»

$$H = 22,6 \text{ м.} \quad (33)$$

важнага ЭЛ
перпендыкуляра да
ра (гл. рыс. 2).

Рыс. 2. Графік вышынь ЭЛ Сасна (95) на ПП № 1: крыжыкамі паказаныя вымераныя значэнні вышынь і значэнне сярэдняга дыяметра

Звесткі замераў вышынь для сасны бяром з табл. 21, дзе паказаны сярэднеарыфметычныя значэнні вышынь па ступенях (згодна з варыянтамі) і пераносім іх у табл. 22 для далейшай апрацоўкі.

Графік вышынь будзем на міліметровай паперы (рыс. 2). На восі абсцыс адкладваем значэнні дыяметраў (8, 12, 16 і г. д.), на восі ардынат – значэнні вышынь (з нашай табл. 22), на перасячэнні перпендыкуляраў ад пары адпаведных значэнняў d і h ставяць касы крыжык.

Праводзім раўнамерную крывую вышынь праз атрыманыя крыжыкі так, каб сума адлегласцяў па вертыкалі ад крыжыкаў, што

засталіся зверху ад крывой, была роўная суме адлегласцяў ад крыжыкаў, пакінутых знізу. Ад значэння сярэдняга дыяметра (у нас 25,9 см) праводзім перпендыкуляр да крывой вышынь, далей да восі ардынат (гл. рыс. 2) і вызначаем сярэдняю вышыню, у нас 22,6 м.

Банітэт Б – паказчык патэнцыйнай прадукцыйнасці дрэвастою ў пэўным месцы росту (па энергіі росту ў вышыню сярэдняга дрэва). Вызначаецца па шкалах праф. М. М. Арлова (табл. Д7) у залежнасці ад «паходжання», узросту, сярэдняй вышыні. Пад «паходжаннем» належыць разумець групы парод з падобным характарам росту ў вышыню. Па табліцы «насенных» (замедлены рост) вызначаецца Б хвойных і цвёрдалісцевых дрэвастояў насеннага паходжання (гл. табл. Д7), па табліцы «парасткавых» (паскораны рост) – мяккалісцевых дрэвастояў любога паходжання і цвёрдалісцевых парасткавага паходжання, да якіх на Беларусі належыць толькі граб.

У нашым выпадку сярэдні ўзрост ЭЛ 95 гадоў, сярэдняя вышыня 22,6 м (акругленае да цэлых значэнне сярэдняй вышыні 23 м), значыць, маем II клас банітэту (гл. табл. Д7).

Паўната адносная (П) – паказчык фактычнай прадукцыйнасці дрэвастою (шчыльнасці запаўнення тэрыторыі ягонымі стваламі) у параўнанні з максімальна поўным ідэальным («нармальным») дрэвастоем, паўната якога ўмоўна лічыцца роўнай 1,00. Вызначаецца як адносіна вымеранай, фактычнай сумы плошчаў сечываў G на 1 га да эталона – сумы плошчаў сечываў G_n нармальнага дрэвастою – з акругленнем да 0,01:

$$П = G / G_n = 23,9 / 38,0 = 0,63. \quad (34)$$

Эталон паўнаты 1,0 G_n можа вызначацца па стандартных табліцах (СтТ) у залежнасці ад пароды і сярэдняй вышыні ЭЛ або па табліцах ходу росту (ТХР) нармальных (ідэальных) дрэвастояў у залежнасці ад пароды, банітэту і сярэдняй вышыні ЭЛ. У кантрольнай рабоце эталон паўнаты 1,0 G_n вызначаем па стандартных табліцах (табл. Д8), у яе бакавіку знаходзім вышыню ЭЛ (у нас 22,6 м), акругленую да цэлых (23 м), у слупку для пароды ЭЛ атрымаем G_n (мы маем 38 м²/га).

Запас М – асноўны таксацыйны паказчык, аб'ём стваловай драўніны з карой у шчыльных кубічных метрах. Пераліковы метада

таксацыі прадугледжвае вызначэнне запасу дрэвастою па матэрыялах пераліку дыяметраў і вымярэння вышынь: 1) з выкарыстаннем аб'ёмных табліц; 2) праз ссяканне і абмер па секцыйных формулах мадэльных дрэваў.

Разрадныя (па разрадах вышынь) і безразрадныя («па дыяметры і вышыні») аб'ёмныя табліцы па пародах, якія выкарыстоўваюцца ў Беларусі для вызначэння запасу, пабудаваныя для ствалоў сярэдняй формы, што сустракаюцца найбольш часта.

Пры наяўнасці вышынь для кожнай ступені ЭЛ (для **пераважнага ЭЛ**) ужываюць безразрадныя табліцы («Аб'ёмныя табліцы па **дыяметры і вышыні**»). З дапамогаю графіка вышынь вызначаем згладжаныя вышыні. Для гэтага праводзім перпендыкуляры ад значэнняў ступеняў дыяметра (гл. рыс. 2) да перасячэння з крывой і далей да восі ардынат, атрыманыя вышыні для кожнай ступені таўшчыні паказваюць у табл. 23. Для зручнасці разліку запасу M па табліцах спачатку выпісваем таблічныя аб'ёмы v_i для аднаго ствала кожнай ступені ЭЛ з табл. ДЗ у залежнасці ад згладжанай графічна вышыні (гл. табл. 23) (пры гэтым згладжаныя графічна значэнні вышынь акругляем да цэлых метраў для карыстання табл. 23) і значэння дыяметра (ступені таўшчыні – 12, 16 і г. д.). Гэтыя v_i аднаго ствала перамяжаюць на колькасць ствалоў n_i у адпаведных ступенях. Сума атрыманых здабыткаў па ступенях і складае запас:

$$M = \sum v_i n_i. \quad (35)$$

Так робяць для агульнай колькасці жывых ствалоў ЭЛ і для дзелавых ствалоў асобна (гл. табл. 23). Звесткі запасаў пераводзяцца на 1 га.

Вызначэнне запасу па мадэльных дрэвах працаёмкае, але дазваляе ўлічыць сапраўдную форму ствалоў канкрэтнага дрэвастою і таму яшчэ зменшыць памылку разлікаў адносна таблічных спосабаў.

Калі не патрабуецца вызначэнне структуры запасу, яго вызначаюць па сярэдняй мадэлі для ўсяго дрэвастою. Пры гэтым абавязкова сся-каюць некалькі дрэваў, каб выключыць (зменшыць) памылку недаклад-нага падбору па форме ствала.

Разлікі выконваем па форме табл. 24, куды найперш запісваем

вызначаныя таксацыйныя паказчыкі (D, H, G, N) сасновага ЭЛ на 1 га. Сярэднія дыяметр і вышыня сасны ўяўляюць сабой параметры разліковай мадэлі, па якіх належыць знайсці дапушчальныя межы значэнняў d і h фактычных мадэляў праз дапушчальныя адносныя адхіленні, аднолькавыя для вышыні і дыяметра – $\pm 5\%$. Значыць, абсалютныя адхіленні $A_d = 25,9 \cdot 0,05 \approx 1,3$ см; $A_h = 22,6 \cdot 0,05 \approx 1,1$ м.

Для атрымання межаў дыяметра і вышыні фактычных мадэльных дрэваў адпаведнае адхіленне дабаўляецца да сярэдняга значэння і адымаецца ад яго. Вынік паказваецца ў табл. 24.

Табліца 24

Вызначэнне запасу па сярэдніх для дрэвастою мадэлях

Паказчык	Дрэвастою						Мадэль			
	D	H	G	N	$G/g_{\text{сяр}}$	M	d	h	v	g
Значэнне, адз.	25,9	22,6	23,9	452	471,2	241	25,1	22,1	0,487	0,0495
Адхіленне, %	5,0	5,0					25,3	23,2	0,521	0,0502
Адхіленне, адз.	1,3	1,1					25,9	22,4	0,529	0,0527
Мінімум, адз.	24,6	21,5					Сярэдняе		0,512	0,0508
Максімум, адз.	27,2	23,7								

Па значэннях межаў d і h ажыццяўляюць пошук у прылеглым да пробы аднародным з ёю дрэвастоі, а ў нашым выпадку – ў спісе табл. Д9. Спачатку вызначаем дыяпазон прыдатных па дыяметры ствалоў, пасля выбіраем сярод іх тры з неабходнай вышынёй, пры гэтым прыярытэт надаецца большаму падабенству па дыяметры.

Паказчыкі выбраных мадэляў (таксацыйны дыяметр d , вышыню h і аб'ём з карою v) з табл. Д9 пераносім у табл. 24, вызначаем плошчу папярочнага сечыва g кожнага ствала (па формуле (1) або па табл. Д1). Разлічваем сярэднеарыфметычную велічыню плошчы сячэння $g_{\text{сяр}}$ (у нас $0,0508 \text{ м}^2$) і аб'ёму $v_{\text{сяр}}$ мадэльных дрэваў (у нас $0,512 \text{ м}^3$), што дазваляе рабіць вылічэнне запасу па мадыфікаванай формуле Драўдта:

$$M = v_{\text{сяр}}G / g_{\text{сяр}} = 0,512 \cdot 23,9 / 0,0508 = 241 \text{ м}^3/\text{га}. \quad (36)$$

дзе G – сума плошчаў сечываў дрэвастою на 1 га.

Калі патрэбна высветліць структуру запасу, мадэлі бяруць з ад-

народных групаў дрэваў дрэвастою. Самы прасты выпадак – разлік запасу па сярэдніх мадэлях для кожнай ступені таўшчыні, які адлюстроўваецца ў табл. 25. Звесткі апрацоўкі пераліку на пробе выпісваем з табл. 23 па ступенях таўшчыні ў табл. 25: згладжаныя вышыні, колькасці ствалоў – з графы «разам», сумы плошчаў сечываў ступеняў G_i адразу акругляем да $0,01 \text{ м}^2$.

Табліца 25

Вызначэнне запасу па сярэдняй мадэлі для кожнай ступені таўшчыні

Ступень таўшчыні, см	Вышыня, м	Колькасць, шт.	Сума плошчаў сечываў $G_i, \text{ м}^2$	G_i / g_i	Запас, м^3	Мадэль			
						d_i	h_i	v_i	g_i
12	12,1	8	0,09	8,38	0,55	11,7	12,7	0,066	0,0107
16	16,3	26	0,52	26,54	3,95	15,8	16,4	0,149	0,0196
20	19,4	86	2,70	88,63	25,52	19,7	20,2	0,288	0,0305
24	21,7	114	5,15	117,79	49,71	23,6	21,6	0,422	0,0437
28	23,5	84	5,17	86,46	54,12	27,6	23,6	0,626	0,0598
32	24,7	28	2,25	28,52	24,56	31,7	24,7	0,861	0,0789
36	25,6	21	2,14	21,51	24,11	35,6	25,6	1,121	0,0995
40	26,2	12	1,51	12,27	17,43	39,6	26,2	1,421	0,1231
44	26,8	5	0,76	5,09	8,92	43,6	26,7	1,752	0,1492
Разам	–	384	20,3	395,18	208,89				
На 1 га					246				

Падбор мадэляў (табл. Д9) для ступеняў у табл. 25 выконваем больш проста: дастаткова толькі, каб дрэвы па дыяметры належалі да адпаведнай ступені, тады сярод іх мадэллю можа быць тое, чыя вышыня ўкладаецца ў патрэбны 5%-ны дыяпазон. Практычна трэба браць ствол з дыяметрам, бліжкім да цэнтральнага значэння ступені, і з вышынёй, якая не больш чым на 1 м адзрозніваецца ад згладжанай вышыні ступені. Напрыклад, для ступені 12 па дыяметры падыходзяць мадэльныя дрэвы 1–3 (з дыяметрам і з карою 11,7 см, 12,1 см, 12,3 см, гл. табл. Д9). Сярод гэтых трох дрэваў выбіраем тое, якое мае вышыню блізкую да згладжанай для дадзенай ступені (12,1 м) (або

адрозніваецца не больш чым на 1 м, мы выбралі дрэва з вышыняю 12,7 м). Далей рэалізоўваецца парадак, апісаны вышэй для спосабу сярэдняй мадэлі для дрэвастою, з той толькі розніцай, што падбіраем па адным мадэльным дрэве для кожнай ступені таўшчыні. Запас усяго дрэвастою сасны вызначаем на аснове формулы (36) як суму запасаў па ступенях таўшчыні, атрыманае значэнне запасу пералічваецца на 1 га (у нас 246 м³), ягонае дакладнасць будзе прыкладна ±4%.

Клас таварнасці (КТ) – паказчык якасці запасу, які характарызуе суадносіны ягоных дзелавой і дрывяной частак. Вызначаецца: 1) па працэнце дзелавых ствалоў ад іхняй агульнай колькасці (у нас 96,6%, значыць, I клас таварнасці); 2) больш дакладна – па працэнце дзелавой драўніны ад агульнага запасу (у нас 97,5%, I клас таварнасці) паводле табліцы лесаўпарадкавальнай інструкцыі [5] у залежнасці ад групы парод (асобна для хвойных, акрамя лістоўніцы, і асобна для лісцевых і лістоўніцы) (табл. Д10).

2. Матэрыяльна-графавая ацэнка лесасекі

Лесасека (дзялянка) – частак ляснога фонду, прызначаны для выканання пэўнага віду высечкі і адпаведна абазначаны на мясцовасці. **Матэрыяльная ацэнка** заключаецца ў вызначэнні агульнага запасу драўніны з размеркаваннем на дзелавую і дрывяную часткі. Дзелавая драўніна пры гэтым павінна быць падзеленая на лесагаспадарчыя (па памерах: буйныя, сярэднія, дробныя) і лесапрамысловыя сартыменты (па прызначэнні: пілоўнік, будлес і да т. п.). У Беларусі матэрыяльная ацэнка лесасек для вытворчых мэтаў можа выконвацца толькі па сартыментных табліцах Ф. П. Майсеенкі [5, 13]. **Сартыментныя табліцы (СТ)** – лікавыя матрыцы, якія даюць выхад драўніны па катэгорыях таварнай структуры: 1) з аднаго ствала; 2) у аб'ёмных адзінках (у метрах кубічных) у залежнасці ад пароды, разрада вышынь, ступені таўшчыні і катэгорыі тэхнічнай прыдатнасці (дзелавы або дрывяны ствол). Для сартыментацыі ЭЛ неабходна мець размеркаванне ствалоў па ступенях таўшчыні і катэгорыях тэхнічнай прыдатнасці і замеры вышынь для вызначэння разрады вышынь.

Методыка палявых і камеральных дзеянняў для атрымання разраду вышынь РН выкладзеная ў «*Правілах по отводу и таксации лесосек в лесах Республики Беларусь*» 2007 г., п. 7.6, 7.7 [6]. Для ЭЛ, якія складаюць у саставе больш за 30%, РН вызначаецца па трох суседніх цэн-

тральных (з найбольшай колькасцю ствалоў) ступенях, а для астатніх ЭЛ – па адной цэнтральнай ступені. У кожнай з трох цэнтральных ступеняў (у нас ступені 20, 24 і 28) вымяраюць па тры вышыні дрэваў для вылічэння сярэднеарыфметычнага значэння вышыні адпаведнай ступені. Мы ужо маем сярэднеарыфметычныя значэнні вышынь у табл. 21. Для кожнай ступені асобна па спецыяльных табліцах [13] вызначаюць яе разрад. Значыць, у нашым выпадку ступень 20 см, вышыня 19,7 м, III разрад вышынь (гл. табл. Д11); аналагічна 24 – 21,2 – III разрад; 28 – 23,8 – III разрад. Разрад дрэвастою атрымліваюць як сярэднеарыфметычнае з разрадаў ступеняў. У нашым выпадку маем III разрад вышынь для сасны.

Грашовая ацэнка лесасек выконваецца для кожнай дзялянкi асобна з дапамогай лясных каранёвых такс (цэнаў за няссечаную драўніну). Лясную таксу (цану) за адзін шчыльны кубічны метр драўніны на корані залежыць ад віду высечак (высечкі галоўнага карыстання ці высечкі прамежкавага карыстання і іншыя), пароды, разраду таксаў і катэгорыі драўніны (буйной, сярэдняй, дробнай дзелавой або дроваў).

У табл. 26 прыводзіцца ведамасць матэрыяльна-грашовай ацэнкі лесасекі. Лесасечны фонд – 2010 г. Лясгас – Стаўпецкі. Лясніцтва – Апечкаўскае, кв. 75. Дзялянка – № 1, плошча – 0,9 га. Пераважная парода – сасна. Разрад такс – 2. Від карыстання — галоўнае. Спосаб уліку – па плошчы. Разрад вышынь – 3.

Для аднаго дзелавога і аднаго дрывянога ствала кожнай ступені з сартыментных табліц [5, 13] патрэбнай пароды і разраду вышынь выпісваем выхад адзінак таварнай структуры ў ніжнюю частку патрэбнай клеткі табл. 26, памнажаем на адпаведную колькасць ствалоў і запісваем у верхнюю частку той жа клеткі (гл. табл. 26).

Табліца 26

Ведамасць матэрыяльна-грашовай ацэнкі лесасекі

Ступень дыяме- тра, см	Колькасць ствалоў, шт.		Запас, м ³											
			дзелавой драўніны				дроваў			лік- віду	адхо- даў	ра- зам	у тым ліку	
	дзела- вых	дры- вяных	буй- ной	сярэд- няй	дроб- най	ра- зам	з дзе- лавых	з дры- вяных	ра- зам				п/буд- бярвё- наў	тонкага кругля- ку
Элемент лесу сасна(95), разрад <i>H</i> 3														
12	5	3	–	–	0,30 (0,06)	0,30 (0,06)	0,05 (0,01)	0,24 (0,08)	0,29	0,59	0,05 (0,01)	0,64	–	0,30 (0,06)
16	23	3	–	–	2,99 (0,13)	2,99 (0,13)	0,23 (0,01)	0,48 (0,16)	0,71	3,70	0,46 (0,02)	4,16	–	2,99 (0,13)
20 19,7 / 3	85	1	–	14,45 (0,17)	5,95 (0,07)	20,40 (0,24)	0,85 (0,01)	0,28 (0,28)	1,13	21,53	2,55 (0,03)	24,08	14,45 (0,17)	5,95 (0,07)
24 21,2 / 3	111	3	–	37,74 (0,34)	4,44 (0,04)	42,18 (0,38)	1,11 (0,01)	1,32 (0,44)	2,43	44,61	5,55 (0,05)	50,16	37,74 (0,34)	4,44 (0,04)
28 23,8 / 3	83	1	–	42,33 (0,51)	2,49 (0,03)	44,82 (0,54)	0,83 (0,01)	0,63 (0,63)	1,46	46,28	6,64 (0,08)	52,92	42,33 (0,51)	2,49 (0,03)
32	27	1	9,99 (0,37)	9,45 (0,35)	–	19,44 (0,72)	0,54 (0,02)	0,84 (0,84)	1,38	20,82	2,70 (0,10)	23,52	19,44 (0,72)	–
36	21	–	9,87 (0,47)	9,87 (0,47)	–	19,74 (0,94)	0,42 (0,02)	–	0,42	20,16	2,73 (0,13)	22,89	19,74 (0,94)	–
40	11	1	10,78 (0,98)	2,31 (0,21)	–	13,09 (1,19)	0,22 (0,02)	1,37 (1,37)	1,59	14,68	1,76 (0,16)	16,44	13,09 (1,19)	–
44	5	–	5,95 (1,19)	1,30 (0,26)	–	7,25 (1,45)	0,25 (0,05)	–	0,25	7,50	0,90 (0,18)	8,40	7,25 (1,45)	–
Разам	371	13	36,59	117,45	16,17	170,21	X		9,66	179,87	23,34	203,21	154,04	16,17
Такса за 1 м ³ , тыс. руб			39,85	22,95	10,18	X		0,22	X					
Кошт, тыс. руб			1458,11	2695,48	164,61	X		2,13	X					
Сярэдні аб'ём хлыста, м3							0,53		X					

Так, для дзелавога ствала ступені 12 сасновага ЭЛ трэцяга разраду вышынь выхад дробнай дзелавой драўніны ў табліцах Ф. П. Майсеенкі складае $0,06 \text{ м}^3$, выхад дроваў і адходаў – па $0,01 \text{ м}^3$ (памнажаем на адпаведную колькасць дзелавых ствалоў, гл. табл. 26). Для дрывянога ствала гэтай жа ступені ўвесь ягоны аб'ём, роўны аб'ёму ствала $0,08 \text{ м}^3$, адносіцца да дроваў і запісваецца ў графу табл. 26 (памнажаем значэнне $0,08 \text{ м}^3$ на колькасць дрывяных ствалоў, такім чынам будзем мець значэнне ў графу «дроваў з дрывяных»), г. зн. дрывяныя ствалы цалкам заносяцца ў дровы. Такім чынам, атрыманыя выходы з дзелавога ствала перамнажаюцца на лік дзелавых ствалоў ступені, «дровы з дрывяных» – на лік дрывяных ствалоў ступені, здабыткі заносяцца ў верхнюю частку клетак табл. 26.

Для атрымання выхаду лесапрамысловых сартыментаў (піл./буд. бярвёны, тонкі кругляк) дзейнічаюць падобна, маючы на ўвазе, што лесапрамысловыя сартыменты нарыхтоўваюцца толькі з дзелавой драўніны.

Выхад дроваў для ступені разлічваецца як сума дроваў з дзелавых ствалоў і дроваў з дрывяных ствалоў. Ліквід – сума «разам» дзелавой і «разам» дроваў. Лік «разам» для ўсёй ступені будзем атрымліваць складаннем аб'ёму ліквіду і адходаў. У гэты момант выконваем кантроль дакладнасці разлікаў для ступені: трэба падзяліць лік запасу ступені «разам» на аб'ём аднаго ствала ступені і атрымаць суму дзелавых і дрывяных ствалоў без рэшты. Аб'ём драўніны «разам» па ступенях таўшчыні вызначаецца да $0,01 \text{ м}^3$, на дзялянцы акругляецца да 1 м^3 .

Каб выканаць грашовую ацэнку, ужываюць дзейныя каранёвыя таксы, выданыя выкладчыкам альбо ўзятыя студэнтам ў ляггасе. Атрыманыя для ЭЛ у выніку матэрыяльнай ацэнкі аб'ёмы буйной, сярэдняй, дробнай дзелавой драўніны і дроваў памнажаюцца на адпаведныя ім цэны. Абавязкова разлічваем сярэдні аб'ём хлыста (да $0,01 \text{ м}^3$) як дзель агульнага запасу ствалавай драўніны усіх ЭЛ на дзялянцы на агульную колькасць ствалоў усіх элементаў лесу.

3. Вызначэнне бягучага прыросту дрэвастою па запасе

У працэсе росту дрэваў запас дрэвастою драўніны павялічваецца. Адначасова з гэтым частка дрэваў адмірае і ідзе ў адпад альбо выдаляецца пры высечках. У выніку спалучэння гэтых працэсаў запасы

дрэвастояў змяняюцца толькі на розніцу паміж бягучым прыростам і адпадам. Бягучы прырост дрэвастоя па запасе ўяўляе сабою суму прыростаў ствалоў растуцых дрэваў па аб'ёме і заўсёды з'яўляецца дадатнаю велічынёю. Розныя спалучэнні бягучага прыросту і адпаду абумоўліваюць бягучае змяненне запасаў дрэвастоя ў часе, якое можа быць як дадатнаю, так і адмоўнаю велічынёю ці роўным нулю. Пры адсутнасці адпаду бягучы прырост роўны бягучаму змяненню запасаў.

Для вызначэння велічыні бягучага перыядычнага прыросту па запасе на часовых пробных плошчах праводзяць суцэльны пералік дрэваў і замер вышынь. Для кожнай ступені таўшчыні падбіраюцца сярэднія мадэльныя дрэвы, якія спілоўваюць, праводзяць неабходныя абмеры. Аб'ёмы ствалоў без кары зараз v_a і n гадоў таму v_{a-n} вызначаюць на аснове складанай формулы пасярэдніх сечываў (гл. формулы (22) і (23)).

Для вызначэння велічыні бягучага сярэднеперыядычнага прыросту па запасе на часовай пробнай плошчы па сярэдняй мадэлі для кожнай ступені таўшчыні (гл. табл. 27) неабходныя даныя выпісваем з табл. 25.

Табліца 27

Вызначэнне бягучага ($n = 10$) прыросту па запасе на часовай пробнай плошчы па сярэдняй мадэлі для кожнай ступені таўшчыні

Ступень дыяме- тра, см	G_i / g_i	Мадэль			Дрэвастой		Бягучы прырост	
		d_i	аб'ём без кары		запас без кары			
			v_a	v_{a-n}	M_a	$M_{a-n} - M_{адп}$		
12	8,38	11,7	0,066	0,057	0,55	0,48	X	
16	26,54	15,8	0,149	0,131	3,95	3,48		
20	88,63	19,7	0,288	0,251	25,53	22,25		
24	117,79	23,6	0,422	0,361	49,71	42,52		
28	86,46	27,6	0,626	0,550	54,12	47,55		
32	28,52	31,7	0,861	0,770	24,56	21,96		
36	21,51	35,6	1,121	0,997	24,11	21,45		
40	12,27	39,6	1,421	1,279	17,44	15,69		
44	5,09	43,6	1,752	1,575	8,92	8,02		
Разам					208,89	183,39		
На 1 га					246	216	30,0	
За год			X					3,0

Такім чынам з табл. 25 для кожнай ступені таўшчыні выпісваем зкарэктаваную колькасць ствалоў G_i / g_i , дыяметр d_i і аб'ём v_a ствала мадэльнага дрэва зараз, а таксама з табл. Д9 аб'ём v_{a-n} таго ж дрэва.

Па даных таксацыі мадэльных дрэваў запасы дрэвастою зараз M_a і n гадоў таму M_{a-n} вызначаюць на аснове формулы (36) (гл. табл. 25 і 27).

Разлічваем абсалютны бягучы перыядычны прырост дрэвастою па запасе:

$$Z_M^n = M_a - M_{a-n} = 246 - 216 = 30,0 \text{ м}^3. \quad (37)$$

Адносны бягучы перыядычны прырост дрэвастою па запасе разлічым на аснове формулы простых працэнтаў:

$$P_{Z_M^n} = 100Z_M^n / M_a = 100 \cdot 30,0 / 246 = 12,2\%. \quad (38)$$

Разлічваем абсалютны бягучы сярэднеперыядычны прырост дрэвастою па запасе:

$$\bar{Z}_M^n = (M_a - M_{a-n}) / n = (246 - 216) / 10 = 3,0 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (39)$$

Адносны бягучы сярэднеперыядычны прырост дрэвастою па запасе:

$$P_{\bar{Z}_M^n} = 100\bar{Z}_M^n / M_a = 100 \cdot 3,0 / 246 = 1,2\%. \quad (40)$$

Абсалютны сярэдні прырост дрэвастою па запасе:

$$\bar{Z}_M = M_a / a = 246 / 95 = 2,6 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (41)$$

Адносны сярэдні прырост дрэвастою па запасе:

$$P_{\bar{Z}_M} = 100\bar{Z}_M / M_a = 100 \cdot 2,6 / 246 = 1,1\%. \quad (42)$$

Неабходна памятаць, што велічыня бягучага прыросту па запасе можа быць вызначана на пастаяннай пробнай плошчы (стацыянары) пры правядзенні паўторнай таксацыі і своєчасовым уліку адпаду.

На часовых пробных плошчах нельга ўлічыць велічыню адпаду, і ў выніку не ўлічваецца велічыня бягучага прыросту адмерлых дрэваў за перыяд вызначэння прыросту. Аднак за невялікі прамежак часу яго велічыня па даных В. В. Антанайціса і В. В. Загрэва складае толькі 2–3% па запасе растучых дрэваў.

Выснова: такім чынам, ў кантрольнай рабоце вызначылі асноўныя таксацыйныя паказчыкі дрэвастою, запас дрэвастою рознымі спосабамі, выканалі матэрыяльную і грашовую ацэнку запасу дрэвастою на корані, разлічылі сярэдні і бягучы прырост дрэвастою па запасе па даных пераліку ствалоў і таксацыі мадэльных дрэваў на пробнай плошчы.