

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ВОПРОСЫ  
ЛЕСОВЕДЕНИЯ  
И ЛЕСОВОДСТВА

*(Доклады на V Всемирном Лесном конгрессе)*

---

М о с к в а 1 9 6 0

---

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА НАСАЖДЕНИЙ ПО БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕРЕВЬЕВ

*И. П. А н у ч и н*

Поднятие продуктивности лесов — важнейшая задача лесного хозяйства. При ее решении требуется индивидуальный подход к отдельным насаждениям и учет особенностей их роста. Интенсивность лесного хозяйства характеризуется величиной так называемого текущего прироста. В связи с этим следует заключить, что решение проблемы поднятия продуктивности лесов связано с учетом величины текущего прироста насаждений. Текущий прирост представляет собой величину, на которую изменяется данный таксационный показатель (диаметр, высота, объем и т. д.) в определенное время жизни дерева или насаждения, например за последний год. Он находится как разность в величине того или иного таксационного показателя в данный момент и год назад.

Изменение таксационных показателей дерева или насаждения за один год трудно поддается точному учету, так как оно по своей величине незначительно, а таксационные измерения имеют невысокую точность. Поэтому чаще всего текущий прирост определяют по разности таксационных показателей не за один год, а за 5, 10 лет и т. д. Например, текущий годичный прирост по объему принимают равным разности в объемах дерева, наблюдаемых в данное время и 10 лет назад, разделенной на 10.

При таком определении получают вместо текущего средний годичный прирост, наблюдаемый в последний 10-летний период жизни дерева.

Таким образом, теоретическое представление о текущем приросте несколько отличается от фактически устанавливаемого прироста.

При лесоустройстве чаще всего учитывают средний прирост, определяемый путем деления древесных запасов на возраст насаждений. Однако средний прирост дает явно ошибочное представление о действительной продуктивности малоосвоенных северных и северо-восточных лесов (леса Европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока).

Подавляющая часть этих лесов состоит из спелых и перестойных массивов. Поэтому фактический прирост в этих лесах или весьма незначителен или совершенно прекратился. При определении же среднего прироста путем деления паличных запасов древесины на возраст насаждений во всех случаях (как бы ни был высок возраст насаждений) прирост оказывается величиной положительной. Таким образом, эта положительная величина не отражает действительной продуктивности лесов, их действительного прироста. Учитывая это, при инвентаризации северных и северо-восточных лесов необходимо определять вместо среднего текущий прирост насаждений.

Вопрос об учете текущего прироста не новый. На протяжении многих десятилетий выработан ряд методов, позволяющих определять текущий прирост отдельных деревьев и целых насаждений. Однако существенный недостаток этих методов — большая трудоемкость операций, в итоге которых находится текущий прирост, и невысокая точность получаемых результатов.

Изыскание новых и дальнейшее совершенствование существующих методов определения текущего прироста насаждений — актуальная задача.

В данной статье рассматривается разработанный автором метод определения текущего прироста древостоев по средней толщине годичных слоев и площади боковой поверхности стволов, образующих насаждение.

Как известно, рост дерева есть результат деятельности камбия, ежегодно откладывающего кольцо древесины. В связи с этим при установлении величины прироста прежде всего необходимо выявить площадь камбия, производящего древесину. Камбий представляет собой тонкий слой живых клеток, ограничивающий собственно древесину от слоя коры, и, таким образом, покрывающий всю боковую поверхность ствола. Соответственно этому площадь камбия, производящего древесину, равняется площади боковой поверхности ствола, взятого без коры. В связи с этим при изыскании путей для определения текущего прироста прежде всего подлежит выявлению площадь камбия, или площадь боковой поверхности стволов.

В нашу задачу входит разработка метода определения текущего прироста не отдельного дерева, а насаждения, взятого в целом. При такой задаче необходимо определить площадь

боковой поверхности всей совокупности деревьев, образующих насаждение.

Средние размеры деревьев и их число на единице площади могут быть найдены с помощью таблиц хода роста насаждений, основанных на значительном опытном материале. В таблицах хода роста для насаждений с возрастным интервалом в 10 лет даны диаметр ( $D_{1,3}$ ), высота ( $H$ ) и видовое число ( $f$ ) среднего дерева. Опираясь на эти данные, можно определить площадь боковой поверхности ствола ( $s$ ).

Умножив эту величину ( $s$ ) на число деревьев ( $N$ ) на 1 га, предусматриваемое таблицами хода роста насаждений, находим площадь боковой поверхности всех стволов ( $\Sigma s$ ), образующих нормальное насаждение.

$$\Sigma s = s \cdot N \quad (1)$$

При определении боковой поверхности стволов в таблицах хода роста находим их средние диаметры на высоте груди в коре. Поэтому их уменьшаем на двойную толщину коры ( $2t$ ):

$$D_{1,3} - 2t = D'_{1,3} \text{ (без коры)} \quad (2)$$

в итоге этого действия получаем диаметр на высоте груди среднего дерева без коры.

С помощью таблицы видовых чисел, составленной М. Е. Ткаченко, по высоте среднего дерева и видовому числу, взятому из таблиц хода роста насаждений, находим коэффициент формы ствола ( $q_2$ ).

В основу наших расчетов положены таблицы хода роста насаждений, составленные для лесов Ленинградской области Варгасом-де-Бедемаром. В связи с тем, что в этих таблицах отсутствуют данные о видовых числах, последние были получены путем деления табличных запасов ( $M$ ) на произведение сумм площадей сечений на среднюю высоту ( $\Sigma gH$ ). Следовательно, видовое число находилось по формуле:

$$f = \frac{M}{\Sigma gH} \quad (3)$$

Умножая диаметр на высоте груди среднего дерева без коры ( $D'_{1,3}$ ) на коэффициент формы ( $q_2$ ), получаем диаметр ствола без коры на средние его длины:

$$d_{\text{ср}} = D'_{1,3} \cdot q_2 \quad (4)$$

Срединный диаметр без коры умножаем на «л», в итоге находим длину окружности на половине высоты ствола:

$$l = \tilde{\pi} \cdot d_{\text{ср}} \quad (5)$$

Умножая длину окружности на среднюю высоту ствола, получаем площадь его боковой поверхности:

$$S = l \cdot H \quad (6)$$

Как уже отмечено, боковая поверхность стволов всех деревьев, образующих насаждение, находится путем перемножения площади боковой поверхности ствола ( $S$ ) средних размеров на число деревьев ( $N$ ) на 1 га в нормальном полном насаждении, предусматриваемое таблицами хода роста насаждений. Такого рода вычисления, определяющие площади боковой поверхности стволов, образующих нормальные насаждения, были сделаны применительно к таблицам Варгас-де-Бедемара для всех возрастов и всех классов бонитета. Они приводятся в таблице.

**Боковая поверхность стволов  
в сосновых насаждениях ( $\Sigma s$ ) (в тыс. м<sup>2</sup>),  
установленная на основании таблиц хода роста насаждений,  
составленных Варгас-де-Бедемаром, на 1 га**

| Бони-<br>тет | Возраст насаждений, лет |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Среднее |     |
|--------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|
|              | 40                      | 50  | 60  | 70  | 80  | 90  | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |         |     |
| I            | 8,0                     | 7,3 | 8,1 | 7,7 | 7,7 | 7,8 | 7,7 | 7,5 | 7,7 | 7,7 | 7,7 | 7,7     | 7,7 |
| II           | 6,6                     | 7,1 | 7,5 | 7,5 | 7,2 | 7,3 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6     | 7,5 |
| III          | 5,9                     | 6,5 | 7,0 | 7,4 | 6,9 | 6,9 | 6,8 | 6,8 | 6,9 | 6,8 | 6,8 | 6,9     | 6,8 |
| IV           | 5,6                     | 5,8 | 5,9 | 6,5 | 6,3 | 6,2 | 5,8 | 5,9 | 5,8 | 5,6 | —   | —       | 5,9 |
| V            | 4,3                     | 4,9 | 5,2 | 5,1 | 5,3 | 5,1 | —   | —   | —   | —   | —   | —       | 5,1 |

Анализ цифр таблицы позволяет заключить, что площадь боковой поверхности, или площадь камбия, деревьев, образующих насаждение в период длительностью около 100 лет, остается величиной почти постоянной.

В отдельные десятилетия она изменяется на 0,3—0,4 тыс. м<sup>2</sup>, или не более 5% от всей площади боковой поверхности стволов. Такое расхождение в площади боковой поверхности стволов находится в пределах точности расчетов, принятой при составлении таблиц хода роста насаждений.

В результате трудоемких исследований была найдена площадь боковой поверхности стволов для главнейших древесных пород. При этом было доказано, что уже отмеченная закономерность, выражающаяся в постоянстве площади боковой поверхности стволов, образующих насаждение, свойственна всем исследованным породам: сосне, ели, березе, осине и ольхе черной.

В связи с этим мы пришли к выводу, что при определении текущего прироста в средневозрастных, приспевающих и спелых насаждениях, не допуская большой погрешности, площадь камбия или боковой поверхности стволов можно принять за величину постоянную. Расчеты, выполненные применительно к таблицам хода роста насаждений, составленным Варгас-де-Бедемаром, в сосновых насаждениях оказались следующими:

| Класс бонитета   | I   | II  | III | IV  | V   |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| Площадь боковой поверхности стволов, тыс. м <sup>2</sup> . . | 7,7 | 7,5 | 6,8 | 5,9 | 5,1 |

Боковая поверхность стволов ( $\Sigma s$ ) образующих насаждение, является своеобразной «посевной площадью», на которой «вырастает» древесина, или, иными словами, ежегодно откладываются слои древесины.

Сохраняющееся у хвойных насаждений на протяжении целого столетия, а у мягколиственных пород в течение 50—70 лет постоянство боковой поверхности стволов ( $\Sigma s$ -const.) на первый взгляд, казалось бы, противоречит законам роста леса, поскольку с увеличением возраста деревьев их размеры неизменно увеличиваются, вместе с этим растет и общий запас древесины. При прочих равных условиях более крупные деревья с наиболее высоким запасом древесины должны иметь и большую боковую поверхность. Однако развитие и рост насаждения в целом протекает иначе, чем отдельного дерева. В то время как дерево путем отложения годичных слоев древесины ежегодно до конца своей жизни увеличивает объем, в насаждении, состоящем из совокупности деревьев, одновременно происходят два процесса: подавляющая часть деревьев откладывает годичные слои и тем самым увеличивает свои объемы, а часть деревьев прекращает дальнейший рост, засыхает, вываливается ветром или же вырубается при рубках ухода за лесом.

Таким образом, рост деревьев, с одной стороны, и самоизреживание насаждения, с другой, изменяют в разные стороны боковую поверхность стволов, образующих насаждение. За счет роста деревьев площадь боковой поверхности стволов увеличивается, а в результате самоизреживания насаждения площадь боковой поверхности стволов уменьшается.

Зная площадь боковой поверхности стволов, для определения текущего прироста по объему необходимо найти лишь среднюю толщину годичного слоя ( $t$ ). Перемножив площадь боковой поверхности стволов ( $\Sigma s$ ) на толщину годичного слоя, находим текущий прирост насаждения по объему или запасу:

$$Z = \Sigma s \cdot t$$

Согласно этой формуле, в полных, или нормальных, сосновых насаждениях разных классов бонитета текущий прирост оказывается следующим:

$$Z_I = 7,7 \cdot t \quad (8)$$

$$Z_{II} = 7,5 \cdot t \quad (9)$$

$$Z_{III} = 6,8 \cdot t \quad (10)$$

$$Z_{IV} = 5,9 \cdot t \quad (11)$$

$$Z_V = 5,1 \cdot t \quad (12)$$

Величина текущего прироста зависит от полноты насаждений. В связи с этим конечная формула, определяющая текущий прирост, будет иметь такой вид:

$$Z = \Sigma s \cdot t \cdot P, \quad (1)$$

где  $P$  означает полноту насаждения.

Толщина годичных слоев обычно измеряется в миллиметрах. В приведенных формулах миллиметры приравнены к метрам, т. е., иными словами, средняя толщина годичного слоя увеличена в тысячу раз. Соответственно этому увеличению площадь боковой поверхности стволов ( $\Sigma s$ ) уменьшена в такое же число раз.

В итоге перемножения уменьшенной в тысячу раз площади боковой поверхности стволов ( $\Sigma s$ ) на толщину годичного слоя ( $t$ ), увеличенную в тысячу раз, мы получаем текущий прирост по объему или запасу в  $m^3$  на 1 га насаждения.

У растущих деревьев толщина годичных слоев обычно находится с помощью приростного бурава Пресслера.

Опыт показывает, что ширина годичных слоев у деревьев с разных сторон света оказывается неодинаковой. Имея это в виду, высверливание цилиндров древесины надо вести с расчетом, чтобы на северную, восточную, южную и западную стороны приходилось примерно одинаковое число высверленных цилиндров древесины.

В пределах однородного насаждения отбор деревьев для взятия пробы на прирост надо производить чисто механически. Например, по ходу таксатора можно взять пробу на прирост у каждого 20-го, 30-го дерева и т. д.

Для упрощения способа определения текущего прироста насаждений решение задачи из области алгебры нами перенесено в область геометрии. С этой целью применительно к формуле, определяющей текущий прирост, построена специальная номограмма<sup>1</sup> (рис. 1).

<sup>1</sup> Чисто математические приемы и расчеты, используемые при построении номограмм, здесь не рассматриваются.

На левых шкалах этой номограммы для сосняков всех пяти классов бонитета нанесены деления, указывающие ширину (в мм) последних 10 годичных слоев. На шкалах правой части

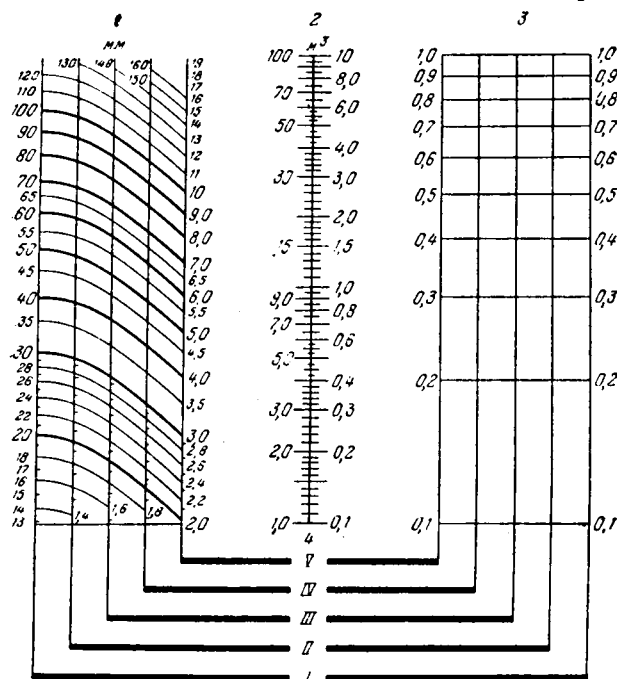


Рис. 1. Номограмма для определения текущего прироста сосновых насаждений:

1 — ширина последних 10-годичных слоев; 2 — прирост;  
3 — полнота; 4 — классы бонитета

номограммы также для всех пяти классов бонитета указана полнота насаждения. На середине номограммы дана шкала, определяющая текущий прирост насаждений на 1 га в  $m^3$ .

Способ пользования номограммой иллюстрируем примером.

Допустим, что мы таксируем сосновое насаждение II бонитета полнотой 0,7. Ширина последних 10 годичных слоев у деревьев, образующих данное насаждение, оказалась 9 мм.

В левой части номограммы на второй оси находим точку пересечения с этой осью кривой линии, имеющей отметку «90-9». В правой части номограммы на второй оси справа находим точку, в которой пересекается вторая ось с горизонтальной линией с отметкой «0,7—0,7».

Край линейки прикладываем к этим двум точкам. В этом



случае линейка на срединной шкале отсечет деление «4,75». Оно означает, что в тапсирваемом насаждении текущий прирост равенется 4,75 м<sup>3</sup>.

Для облегчения отсчета по номограмме, после того как на ней найдена одна точка, надо в эту точку поставить острие карандаша и к нему приложить край линейки. Используя острие карандаша в качестве опоры, вокруг нее вращаем линейку

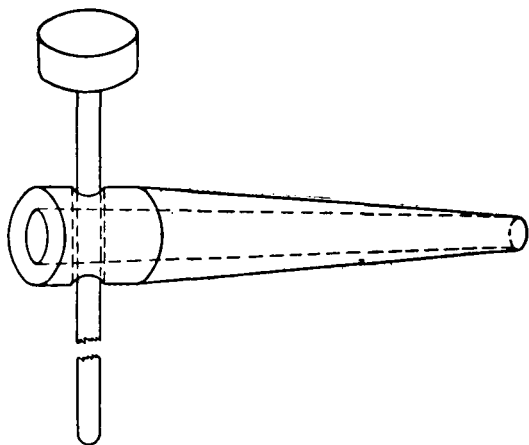


Рис. 2. Приростной зонд

с расчетом, чтобы край линейки пересек вторую нужную нам точку. После этого искомый результат находим на срединной шкале.

Изложенный выше способ упрощает вычислительные работы по установлению величины текущего прироста насаждения.

Однако и при этом упрощенном способе является обязательным высверливание из деревьев цилиндриков древесины для установления толщины годичных слоев. Для этой цели нами предложен приростной зонд, погружаемый в древесину ударным способом. О конструкции этого инструмента можно судить по рис. 2.

Изымаемые зондом цилиндрики древесины имеют меньшую деформацию, чем высверленные приростным буравом.

*Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина*