

Проверено

М. Дворецкий.

634.9

D. 24

## Таблицы процента прироста древесных стволов.

Dworezky M. Die Tabellen des Zuwachsprocentes der Baumstämme.

### I. Предшествующие проверки таблиц.

В виду большого значения в лесном хозяйстве величины текущего объемного прироста древесных стволов, для таксации % этого прироста было предложено немало всевозможных формул. Из всех этих формул практику интересуют лишь сокращенные формулы, дающие на основании немногих, легко доступных, измерений приближенные величины % объемного прироста. Несмотря на значительное их разнообразие, все приближенные формулы по принципу построения можно разбить на 3 группы:

1) формулы, учитывающие % текущего объемного прироста путем измерения величины линейного прироста на высоте груди с введением некоторого постоянного коэффициента;

2) формулы, учитывающие % текущего объемного прироста путем измерения величины линейного прироста на высоте груди с введением некоторого постоянного коэффициента и переменных множителей или показателей степеней, характеризующих или изменение формы ствола, или форму линейного прироста ствола, и

3) формулы, предложенные для таксации объемов древесных стволов. Формулы третьей группы требуют целого ряда измерений и могут давать результаты с желаемой степенью точности; в практике они применимы далеко не всегда. Поэтому в дальнейшем я не буду касаться их.

Формулы первой группы по деталям и особенностям построения распадутся на такие, примерно, виды:

а) формулы, учитывающие % тек. прироста при помощи величины линейного прироста на высоте груди в первой степени (формулы проф.

Фанд-дер-Флита:  $p = \frac{300}{t} \frac{D-d}{D}$  и др.);

в) формулы, учитывающие % тек. прироста при помощи числа годов прироста в единице измерения (формула Шнейдера:  $p = \frac{400}{d \cdot n}$  и др.).

с) формулы, учитывающие % тек. прироста при помощи возведения в третью степень диаметров ствола: теперь D и n лет тому назад d

(формулы: проф. Фанд-дер-Флита <sup>1)</sup>  $p = \frac{200}{t} \frac{D^3-d^3}{D^2+d^2}$  и Бурьячека  $p = \frac{\lg D^3}{\lg e} \cdot 10 - \frac{\lg d^3}{\lg e} \cdot 10$  <sup>2)</sup> и др.) и т. д.

<sup>1)</sup> А. Фанд-дер-Флит. Заметка об определении % прироста. Труды по лесному опытному делу в России. Выпуск LX. 1916.

<sup>2)</sup> Г. Бурьячек. К вопросу об определении процента прироста деревьев. Труды по лесн. опытн. делу в России. Вып. LX. 1916.

Формулы 2-ой группы в зависимости от подробностей и особенностей построения распадаются на следующие, примерно, виды:

а) формулы, учитывающие % тек. прироста путем возведения в разные степени относительных диаметров в зависимости от энергии роста дерева и протяжения кроны (формулы Пресслера  $p = \frac{200}{t} \cdot \frac{r^s - (r-1)^s}{r^s + (r-1)^s}$ )

в) формулы, учитывающие % тек. прироста при помощи величины линейного прироста на высоте груди и множителя  $k$ , характеризующего зависимость между ростом дерева в высоту и толщину (формулы проф. Г. Турского:  $p = \frac{200 (k+2)}{d \cdot n}$  и  $p = \frac{200 (k+2)}{t} \cdot \frac{D-d}{D+d}$ )<sup>1)</sup> и

с) формулы, учитывающие % тек. прироста по величине относительного диаметра  $r$  и относительного прироста  $z$ <sup>2)</sup> (формулы М. Дворецкого  $p = \frac{250}{t \cdot r} (2.2-z)$ ;  $p = \frac{300}{t \cdot r} (2-z)$  и т. д.).

От всех формул определения % тек. объемного прироста кроме простоты и легкости употребления требуется достаточная точность даваемых результатов. Для удобства употребления по некоторым из них составлены таблицы: по формуле  $p = \frac{400 \cdot 3)}{d \cdot n}$ , по формуле  $p = \frac{200}{t} \cdot \frac{r^s - (r-1)^s}{r^s + (r-1)^s}$ , по формуле  $p = \frac{\lg D^3}{\lg e} - 10 - \frac{\lg d^3}{\lg e} - 10$  и по формуле  $p = \frac{250}{t \cdot r} (2.2-z)$ <sup>4)</sup>. Эти таблицы в дальнейшем будут называться именами их авторов или авторов формул.

Задачей данной работы и является определить точность результатов, даваемых перечисленными таблицами.

Ниже приводится вкратце предварительная сводка результатов предшествовавших проверок этих таблиц (почти исключительно русских авторов).

## 1. Таблицы Шнейдера.

Так как по исследованиям проф. Богословского, Шюффера и Шиффеля коэффициент  $K$  формулы Шнейдера колеблется в довольно широких пределах и, по их мнению, без определенной закономерности, то проф. М. Орлов и рекомендует, в целях сравнимости результатов, всегда брать для коэффициента этой формулы—значение 400, т. к. имеет значение не столько абсолютная точность определения процента прироста стволов, сколько правильная передача действительного соотношения их приростов.

<sup>1)</sup> Проф. Г. Турский. Очерки по теории прироста. 1925.

<sup>2)</sup> М. Дворецкий. «Точность определения тек. прироста древ. стволов по разн. способам». Известия Каз. Ин-та С/Х и Лес. Вып. VI.

<sup>3)</sup> Проф. Орлов. Лесная вспомогательная книжка. 1926.

<sup>4)</sup>  $Z = \frac{a}{b}$ , где  $a$ —прирост по диаметру на в./гр, а  $b$ —по средине обезвершиненного ствола.

В этом виде, т. е. с коэффициентом 400, формула была проверена проф. Шюффером на 10 стволах сосны и 10 стволах ели и дала в среднем преуменьшение около—34%<sup>1)</sup>. По моим же исследованиям величина коэффициента  $K$  может быть выражена формулой:  $K = 500(2.2-z)$ , что указывает на наличие закономерности в изменениях величины  $K$  в зависимости от формы линейного прироста.

## 2. Таблицы Пресслера.

Для определения % прироста у растущего ствола проф. М. Орлов рекомендует пользоваться таблицами Пресслера, хотя, по его мнению, о степени точности этой формулы трудно сделать какое-либо определенное заключение вследствие разноречивости данных опытов проверки.

По исследованиям проф. Шюффера на 45 моделях сосны таблицы Пресслера дали преувеличение в среднем около 2%, а на 20 моделях ели—около 9%<sup>1)</sup>.

По исследованиям проф. С. Богословского<sup>2)</sup> на 22 стволах ели разного возраста и разных классов господства, «при первых же опытах применить указанные критерии (т. е. рост: слабый, умеренный и хороший в зависимости от энергии роста и длину кроны М. Д.) к рассматриваемым моделям оказалось, что даже для наиболее угнетенных деревьев, с совершенно замедленным ростом, не могут быть применены цифры, показанные в справочниках для категории деревьев не только со слабым, но и с умеренным ростом».

По мнению Г. Бурьячека<sup>3)</sup> обращает на себя внимание то обстоятельство, что лучшие результаты по таблицам Пресслера получаются при взятии за один и тот же момент времени разных коэффициентов, характеризующих собой энергию роста.

По мнению А. Тарашкевича<sup>4)</sup> таблицы Пресслера, как и формула Шнейдера, «представляют собой одно из наиболее слабых мест в лесной таксации, создающих много затруднений при их применении даже для лесовода-таксатора», т. к. в таблицах введен большой элемент субъективизма в виде показателя степени относительного диаметра. Таблицы эти, по его мнению, «не могут быть признаны сколько-нибудь удовлетворительными»; они «не могут характеризовать достаточно точного определения % прироста». Но в доказательство своих суждений А. Тарашкевич не приводит решительно никакого цифрового материала.

Д. Товстолес<sup>5)</sup> проверил таблицы Пресслера на 32 елях и 40 соснах и пришел к заключению, «что определение % прироста по формулам Шнейдера и Пресслера, отличающееся простотой, легкостью и удобством, может дать достаточно точные результаты, вполне пригодные для ориентировки и суждения о продуктивности насаждения». «Эти формулы дают наиболее верные результаты именно в старых и припевающихся насаждениях». «В старшем же возрасте (70—80 и более лет) определение % прироста по формулам Шнейдера и Пресслера может считаться вполне точным». Хотя Товстолес оговаривается, что «конечно и здесь, в отдельных

<sup>1)</sup> Проф. М. Орлов. Лесная таксация. 1925.

<sup>2)</sup> С. Богословский. К вопросу об изучении степени точности наиболее употребительных способов таксации тек. прироста древесн. стволов. Труды по лесн. опыт. делу в России. Вып. 60. 1916.

<sup>3)</sup> Г. Бурьячек. I. с. и

Г. Бурьячек. Пособие для специалистов лесного дела... 1926.

<sup>4)</sup> А. Тарашкевич. Процент древесного прироста в вопросах рубки леса. Лесопромышленное дело 1924 г. № 5—6.

<sup>5)</sup> Д. Товстолес. К вопросу о ходе роста сосны и ели в Охтенской даче. «Известия Лесного Института». Выпуск № 11. 1904 г.

случаях, погрешность достигает большей величины, чем приведенная средняя, равная 0.2%.

Здесь нужно отметить, что для суждения о пригодности таблиц Пресслера в старых насаждениях Товстолес не имел данных, т. к. все его модели были моложе 90 лет (40—86 л.), лишь 2 были по 90 лет, 1—94 л. и 1—100 лет.

На основании данных Товстолеса мною были вычислены проценты погрешностей, и оказалось, что они колеблются в пределах: для ели  $\pm 30\%$ , а для сосны  $\pm 35\%$ , и при том крайних пределов они достигают не так уж редко. Так, % погрешности 20% и больше дали: почти  $\frac{1}{2}$  числа стволов ели (14 из 32) и почти  $\frac{1}{3}$  числа стволов сосны (12 из 40).

По моим исследованиям <sup>1)</sup> на 40 стволах сосны таблицы Пресслера дают довольно значительные отклонения от действительного процента прироста, доходящие при проценте прироста менее 5% до 0.8% или, выражая в процентах от действительного прироста, до +20% и до -39%, но все же в общем несколько меньше, чем таблицы Г. Бурьячека.

В зависимости от формы расположения линейного прироста по длине ствола, схематически характеризуемой величиной относит. прироста  $Z$ , % погрешностей, даваемые таблицами, обнаруживают следующую закономерность:

| относительный прирост | Ср. % погрешности |
|-----------------------|-------------------|
| $Z=0.40-0.82$         | -17.7 %           |
| $Z=0.83-1.15$         | - 2.1 %           |
| $Z=1.16-1.33$         | +13.6 %           |

Следовательно, таблицы Пресслера дают наилучшие результаты для дерева с более или менее равномерным по толщине расположением линейного прироста по стволу дерева («прямой прирост»).

### 3. Таблицы Бурьячека.

Относительно таблиц Бурьячека имеется то-же целый ряд исследований.

Проверку этих таблиц производил А. Тарашкевич <sup>2)</sup> «на большом материале» и пришел к выводу, что эти таблицы «в громадном большинстве случаев дают вполне удовлетворительные результаты и по точности едва ли уступают формулам ... Шнейдера и Пресслера» (!). При определении % прироста молодых и очень сильно растущих стволов (процент прироста свыше 10%) предпочтительно, по его мнению, пользоваться формулой Фан-дер-Флита, так как таблицы Бурьячека могут давать значительные отклонения от действительности в сторону преувеличения.

Но, как уже было отмечено выше, данные выводы не подтверждаются никаким цифровым материалом с одной стороны, а с другой—они заключают в себе внутреннее противоречие: признав таблицы Пресслера, как выше уже было указано, одним из наиболее слабых мест лесной таксации, не могущими быть признанными сколько-нибудь удовлетворительными, он в то же время, считая, что таблицы Бурьячека «в большинстве случаев дают вполне удовлетворительные результаты», заявляет, что последние «по точности едва ли уступают» таблицам Пресслера, т. е. выходит, что таблицы Бурьячека и не могут быть признаны сколько-нибудь удовлетворительными и могут быть признаны.

<sup>1)</sup> М. Д. Дворецкий. Точность определения тек. прироста и т. д. «Известия Казанского Института Сел. Хоз. и Лесоводства». Вып. № V. 1926.

<sup>2)</sup> А. Тарашкевич. Процент прироста в вопросах и т. д. I с.

Во всяком случае за таблицами Бурьячека А. Тарашкевич признает следующие несомненные преимущества пред таблицами Пресслера: 1) отсутствие субъективного элемента, 2) сравнимость произведенных по ним результатов таксации и 3) простота и легкость работы. Плюсы, надо сказать, немаловажные.

«Большую проверку» своих таблиц производил сам автор их Г. Бурьячек <sup>1)</sup>, который «в течение 9 летнего периода времени, начиная с 1916 г. по 1925 г., проверял их «на большом количестве материалов, как на хвойных, так и на лиственных породах, и во всех случаях они давали весьма близкие к истине результаты».

По его мнению, его таблицы «применимы для всех пород, классов бонитета и добротности, классов возраста и классов господства» (курсив Г. Б.). Кроме того эти таблицы «показали полную пригодность и большую точность определений процента древесного прироста, нежели по формулам Пресслера и Шнейдера». При этом «все испытания формулы и прилагаемых к ней таблиц для всех древесных пород во всех случаях (курсив мой. М. Д.) давали весьма точные результаты». Наконец его таблицы «улавливают падение % древесного прироста с увеличением возраста дерева, растущего в нормальных условиях, какое явление действительно в природе и наблюдается» (курсив Г. Б.).

В подтверждение собственных выводов в своих таблицах Г. Бурьячек приводит результаты вычисления % прироста 30 сосновых моделей, представленных 5 классами господства, из насаждения I бонитета при среднем возрасте в 120 лет, и взятых из материалов Д. Товстолеса. И оказалось, что «лишь в 5 случаях из 30 моделей для сосны, главным образом за 5 летний промежуток времени, оказалось незначительное отклонение в сторону преуменьшения, выражающееся в сотых долях процента данных... Во всех же остальных случаях его формула дала преувеличение max. от 0.1 до 0.2%».

На основании всего этого можно подумать, что таблицы Бурьячека и впрямь дают идеальные результаты. Но так ли это?

Для проверки выводов и утверждений Г. Д. Бурьячека я воспользовался его же данными 30 сосновых моделей, помещенных в его «Пособии», вывел для его таблиц по его данным абсолютные и процентные отклонения, и оказалось:

1) таблицы дают не только преувеличение, но и преуменьшение; причем из 30 случаев было преуменьшений: при определении % прироста за 5 лет—10 случаев, за 10 лет—5 случаев, за 15 лет—4 случая и за 20 лет—3 случая, при этом за 5 лет. период преуменьшение достигает до 0.107, 0.111 и 0.135% или в % от действительного процента—13.4, —16.2, —23.3 и — 25.2%!

2) Наибольший % прироста приведенных 30 моделей 1.727%, наименьший—0.372%; а среднее арифметическое—0.899%. Оказалось, что при проценте прироста ствола меньше 1% (беру лишь за 10 лет. период):

| Абсолютные отклонения от нескольких сотых долей % доходили до: | Процентные отклонения от нескольких процентов доходили до: |
|--|--|
| 0.114, 0.119, 0.130, 0.164, 0.278 и 0.29%.                     | + 15.7, 16.1, 19.8, 28.3, 47.3 и 61.0% и — 10.1%.          |

Следовательно, преувеличение при  $p < 1\%$  достигает до 0.1 — 0.3%, доходя иногда почти до половины действительного процента прироста (+ 47.3%) и даже иногда заходя за нее (+ 61%).

Как видно, результаты по таблицам получились с погрешностями большими, нередко очень грубыми, но уж никак «не весьма точные», «во всех случаях».

<sup>1)</sup> Г. Д. Бурьячек. Пособия для специалистов лесного дела. 1926.



3) Средний процент погрешности его таблиц  $\pm 9.9\%$ .

4) Выводы Г. Бурьячека в некоторых местах противоречат выводам А. Тарашкевича (напр. о пригодности его таблиц для всех классов возраста и т. д.).

5) Все выводы Г. Бурьячека, которые он «подкрепляет» приведением данных 30 сосновых моделей, надо считать, на основании всего вышеизложенного, по крайней мере необоснованными, противоречащими «подтверждающему» материалу. Такой способ проверки позволил мне в свое время признать его таблицы не проверенными на конкретном материале.<sup>1)</sup>

По мнению проф. М. М. Орлова таблицы Бурьячека «по многим наблюдениям практики дают весьма удовлетворительные результаты».<sup>2)</sup>

По моим исследованиям на вышеупомянутых 40 стволах сосны<sup>3)</sup> таблицы Бурьячека обнаружили способность давать значительные погрешности, достигающие при проценте прироста менее  $5\%$  до  $0.80\%$ , а в  $\%$  от действительного процента прироста до  $\pm 47\%$  и до  $-34\%$ . Причем величина погрешности оказалась в строгом соответствии с формой расположения линейного прироста по стволу, что видно из нижеследующей таблички:

| Относительный прирост: | Ср. погрешность в $\%$ |
|------------------------|------------------------|
| $Z = 0.40 - 0.82$      | $- 19.5$               |
| $Z = 0.83 - 1.15$      | $+ 6.8$                |
| $Z = 1.15 - 1.33$      | $+ 32.2$               |

Следовательно, таблицы Бурьячека дают, как и таблицы Пресслера, в среднем практически еще приемлемый результат лишь при условии, что толщина годовичного прироста по длине ствола более или менее одинакова; при отсутствии же в натуре этого условия по таблицам получаются результаты совершенно не приемлемые, иначе говоря, можно полагать, что для молодых деревьев, с сильным приростом в толщину в верхней части ствола, и для спелых и перестойных, с ослабленным приростом в толщину в верхней части, эти таблицы не пригодны. Таким образом и здесь не подтверждаются выводы Бурьячека о точности его таблиц «во всех случаях».

Твердиш

#### 4. Итоги проверок.

Подводя итоги всему сделанному обзору проверок таблиц, можно заключить, что относительно пригодности к употреблению таблиц Пресслера и Бурьячека разные исследователи приходили к разным выводам. Но те окончательные материалы, на основании которых делались эти выводы, можно сказать, дали более или менее одинаковые результаты, позволяющие во всех разобранных случаях заключить, что 1) таблицы Пресслера и Бурьячека нередко допускают очень грубые погрешности; 2) причины этих погрешностей почти совершенно не выявлены; 3) для индивидуальной оценки  $\%$  тек. прироста древесных стволов эти таблицы, вообще говоря, не пригодны; 4) пользование этими таблицами обычно не может дать достаточно надежных результатов для правильного суждения о величине  $\%$  тек. прироста насаждения. Разноречие выводов разных авторов обусловлено, как можно думать, несравнимостью между собой их основных материалов в смысле особенности расположения по стволу линейного прироста.

<sup>1)</sup> М. Дворецкий. Точность определения и т. д. в с. Сборник научн. статей Каз. Ин-та с.-х. и лес. Вып. III—IV, 1926.

<sup>2)</sup> Проф. М. Орлов. Лесная таксация. 1925.

<sup>3)</sup> М. Дворецкий. В. с. Известия Каз. Ин-та с.-х. и лес. Вып. V, 1926 г.

Противоречивость выводов разных исследователей относительно пригодности таблиц Пресслера и Бурьячека, таблиц, вообще говоря, необходимых для практики для упрощения и ускорения работ, принуждает считать данный вопрос не разрешенным и нуждающимся в дальнейшем исследовании.

## II. Таблицы для стоящего леса.

Проверка таблиц процента текущего объемного прироста древесных стволов была мной произведена на 112 моделях: 1) 40 сосновых моделей были взяты в Раифской учебно-опытной лесной даче Казанского Института Сельского Хозяйства и Лесоводства и 72 модели в Балахнинском лесничестве Нижегородской губернии, из последних было: 55 моделей сосны, 10—ели, 4—березы и 3—ольхи. Раифские модели были взяты из насаждений I и I-а бонитета в возрасте от 60 до 170 лет; балахнинские же—из насаждений II, III, IV и V бонитетов в возрасте от 40 до 250 лет и при том как из насаждений полных, так и из редин. Модели были обмерены по 1 метровым отрубкам по двум взаимно перпендикулярным диаметрам с точностью до 1 мм.: 40 раифских моделей обмерялись по средине отрубка, а прочие по концам отрубков. Прирост по диаметру определялся тоже с точностью до 1 мм.: у 40 раифских моделей приростным буровом Пресслера на концах 2 диаметров, а у прочих—путем выруб в точке каждого обмера диаметров поперечной выемки в стволе длиной в  $\frac{1}{3}-\frac{2}{3}$  окружности: толщина линейного прироста исследовалась на всей этой  $\frac{1}{3}-\frac{2}{3}$  длины окружности и из 4—6 измерений бралось среднее. Ширина выемки по длине окружности обуславливалась степенью равномерности толщины прироста в данном сечении. Кора измерялась непосредственно для каждого диаметра с точностью до 1 мм. Высота ствола определялась с точностью до 0.1 метра.

Процент прироста каждой модели определялся по однометровым отрубкам по формуле Пресслера  $p = \frac{200 \text{ м} - m}{n \frac{m}{m} + m}$ , с которым и сравнивались результаты, получаемые для тех же моделей по исследуемым таблицам.

Так как одним из существенных недостатков таблиц Пресслера считается субъективность определения энергии роста дерева, а следовательно, и разряда таблиц, то для придания этим таблицам полной объективности, а результатам, получаемым по ним, сравнимости мной были установлены следующие градации для характеристики энергии роста дерева по росту в высоту:

Если рост в высоту за 10 лет достигает в метрах:

|                   | Для I и I-а бонитетов: | Для II, III, IV и V бонит. |
|-------------------|------------------------|----------------------------|
| Рост слабый . . . | до — 1,0 включ.        | до 0.5 включ.              |
| » умеренный . . . | 1.1 — 2.9 »            | 0.6 — 1.9 »                |
| » хороший . . .   | 3.0 и больше           | 2.0 и больше               |

Я делал еще попытку применять таблицы Пресслера, учитывая энергию роста по величине прироста по диаметру и по величине относительного диаметра, приняв для всех классов бонитета следующие ступени:

|   | Рост: Слабый | Умеренный    | Хороший |
|---|--------------|--------------|---------|
| Если прирост по диаметру равен (сантим.): | $< 1.0$      | $1.0 - 2.4$  | $> 2.4$ |
| Если относительный диаметр равен:         | $> 17.6$     | $17.5 - 5.6$ | $< 5.6$ |

<sup>1)</sup> Взяты в разных типах насаждений.