

В. К. ЗАХАРОВ  
доктор с.-х. наук профессор

---

## ФОРМА ДРЕВЕСНЫХ СТВОЛОВ И МЕТОДЫ ЕЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Форма древесного ствола является наиболее важным объектом исследования в лесной таксации, так как обуславливает объем ствола при данном соотношении диаметра и высоты, а также и производственную ценность продукции лесного хозяйства.

Формы стволов весьма разнообразны и зависят от древесной породы, возраста, условий местопроизрастания, а также внешней среды, при которой росло и развивалось дерево.

Если представить ствол дерева, выросшего в составе насаждения, рассеченным по сердцевине вертикальной плоскостью, то в сечении получится фигура, ограниченная некоторой кривой; при правильном концентрическом строении дерева на поперечных разрезах эта кривая расположена симметрично по отношению к вертикальной оси; она и определяет собою форму и объем древесного ствола.

Под влиянием многообразных факторов внутренней и внешней среды кривая — образующая древесного ствола подвержена значительному варьированию даже в отношении стволов отдельной древесной породы, и лишь на основании изучения достаточного по численности экспериментального материала можно составить представление о некоторой средней форме стволов отдельных древесных пород.

В силу сказанного лесная таксация как научная дисциплина с самого начала ее возникновения ставила своей задачей изучить, какую форму примет ствол в конкретных условиях внутренней и внешней среды.

Научная мысль в области исследования данного вопроса разработала ряд методов и выдвинула отдельные гипотезы с целью разрешения поставленной проблемы.

Краткий обзор упомянутых методов и гипотез представляется в следующем виде:

1. Использование законов механики и физики для объяснения формы древесного ствола: исследования Метцгера, Козицына, Гогенадля и др.

Попыткой объяснить формирование древесных стволов упомянутыми законами является гипотеза Метцгера (1898) и Козицына (1909), которые выдвигали предложения, что формирование древесного ствола происходит по законам строительной механики и что в силу этого дерево должно противостоять опрокидывающей силе ветра, направленной на точку приложения силы в центре кроны. Отсюда — по заключению Метцгера — кубы диаметров стволов, взятые на различном расстоянии от точки приложения силы, должны быть пропорциональны расстояниям до точки приложения опрокидывающей силы:

$$(d_1^3 : d_2^3 : d_3^3 : \dots : d_n^3 = l_1 : l_2 : l_3 : \dots : l_n).$$

П. Д. Козицын, находя предложение Метцгера применимым лишь для безъядровых древесных стволов, со своей стороны, в отношении ядровых пород уточнил показатель степени диаметров, заменив 3-ю степень степенью 4,5.

Как показали проведенные проверки использования приведенных соотношений, диаметры на разных высотах по высказанным гипотезам во многих случаях совпадают с действительными, но полного совпадения не получалось.

Немецкий ученый Гогенадль [15], в отличие от Метцгера и Козицына, высказал предположение, что главным фактором, обуславливающим форму ствола, является его собственный вес и вес кроны, а не изгибающая сила ветра, т. е. ствол должен быть телом равного сопротивления раздавливанию своим весом. На основе такого заключения Гогенадль пришел к выводу, что образующая древесного ствола должна быть логарифмической кривой.

Последний вывод Гогенадля не может отвечать действительности, так как образующая древесного ствола имеет два перегиба и носит эсобразный характер, в силу чего не может быть выражена логарифмической кривой.

Помимо перечисленных авторов, другие исследователи — Жаккард, Гуттенберг и др. — утверждали, что живой организм — дерево — нельзя приравнять к простому брусу, находящемуся под влиянием сил только внешнего воздействия, что на формирование древесного ствола, помимо механических факторов, оказывает влияние анатомическое строение, физиологические процессы и т. д.

«Хотя изложенные теории, — говорит профессор Г. М. Турский, — не разрешили вполне вопроса о форме ствола, но, как первое приближение, они проливают некоторый свет на те

закономерности, которые, по-видимому, должны иметь место у правильно развивающихся стволов».

В рассмотренных гипотезах на первый план выдвигаются отдельные факторы, что делает их односторонними, и они не могут дать надежного основания для общих способов определения объемов стволов.

2. Приравнивание формы древесных стволов и их частей к форме правильных геометрических тел вращения.

Наиболее простым способом, получившим широкое использование в практике, является приравнивание формы древесных стволов и их частей к форме правильных стереометрических тел вращения полных и усеченных.

Но этот способ вовсе не разрешает проблемы формы древесных стволов в целом, впрочем и не делая никаких попыток для объяснения факторов, под влиянием которых происходит формирование древесного ствола, ни для изучения формы кривой, характеризующей древесный ствол как тело вращения.

3. Непосредственное исследование формы образующей древесного ствола, с вычислением математических уравнений этих кривых (Д. И. Менделеев, Белоновский, Гойер и др.).

Упомянутая группа исследователей поставила перед собой задачу установить форму образующей древесного ствола и выразить таковую соответствующим уравнением, не задаваясь исследованием факторов, под влиянием которых формируется древесный ствол.

В этом направлении отметим исследования гениального создателя периодической системы элементов Д. И. Менделеева (1899) и Белоновского (1917), предложивших для характеристики образующей древесного ствола использовать уравнение параболы второго порядка и кубической параболы.

Вимменауер (1918) предложил с этой целью использовать уравнение 4-й степени.

Как правильно отмечает Белоновский, образующая древесного ствола не может быть выражена уравнением степени ниже третьей, так как кривые второй степени имеют выпуклый характер и не имеют точек перегиба.

Экспериментальные исследования формы образующей древесного ствола убедительно указывают на эсобразный ее характер, в силу чего и уравнения 3-й степени не могут точно характеризовать образующую древесного ствола.

Ряд авторов (Гойер, Гогенадль и др.) предлагают выражать формулу образующей древесного ствола при помощи уравнений логарифмической кривой. Но эсобразный характер образующей ствола не позволяет выразить ее и логарифмической кривой, которая, будучи вычислена от вершины ствола, будет срезать комлевою часть, имеющую в результате корневых утолщений нейлоидальную форму.

Таким образом, многочисленные попытки охарактеризовать форму древесного ствола посредством математических уравнений ее образующей не дали законченных результатов, так как эта образующая является слишком сложной кривой, не укладывающейся в какие-либо универсальные формулы.

4. Метод Шиффеля, характеризующий форму древесных стволов посредством коэффициентов формы ( $q_n$ ).

По иному пути изучения формы древесных стволов пошел австрийский лесовод А. Шиффель (1909—1912), предложивший характеризовать форму древесных стволов посредством отношений диаметров у шейки корня и на относительных высотах ( $1/4$ — $1/2$  и  $3/4$   $H$ ) к диаметру на постоянной абсолютной высоте 1,3 м.

Эти отношения получили название коэффициентов формы ( $q_n = d_n : d_{1,3}$ ). Особое значение приобрели коэффициенты формы  $q_2 = d_{1/2} : d_{1,3}$ .

Таким образом, Шиффель направил свои исследования на изучение сбега ствола по относительным высотам, вместо изыскания уравнения образующей древесного ствола. Это позволило несколько изучить индивидуальную форму ствола, отличающуюся значительной изменчивостью, в зависимости от древесной породы, высот, диаметров и других факторов.

Многочисленные исследования показывают, что коэффициенты формы  $q_2$  изменяются в больших пределах, и, как впервые показали наши исследования, закономерное распределение числа стволов однородного насаждения по  $q_2$  — как в целом, так и по ступеням толщины — графически выражается кривой нормального распределения Гауса-Лапласа.

Установленная Шиффелем зависимость между видовыми числами ( $f$ ), высотами ( $H$ ) и коэффициентами формы ( $q_2$ ) позволила значительно уточнить методику составления таблиц объемов древесных стволов, но не разрешила методически вопроса о форме древесных стволов.

Основной недостаток предложения Шиффеля заключается в том, что его коэффициенты формы хотя и дают общее представление о форме древесных стволов, но, находясь в зависимости от высоты стволов, искажают представление о действительной форме стволов.

Таким образом, из сделанного нами краткого обзора методов изучения формы древесных стволов можно убедиться, что эта проблема еще до сего времени не получила окончательного разрешения и требует дальнейших исследований.

5. Применение статистического метода средних значений относительного сбега по относительным высотам (профессор В. К. Захаров).

Дабы исключить влияние высоты дерева и диаметра на высоте 1,3 м на характеристику формы древесного ствола, нами разработана новая методика исследования средней фор-

мы стволов путем изучения относительного сбега на относительных высотах по секциям через 0,1 общей высоты стволов, выражая диаметры по секциям в процентах от величины исходного диаметра, взятого также на относительной, но постоянной высоте (0,1 высоты дерева от основания ствола или шейки корня) <sup>1</sup>.

Взятие в качестве исходной величины диаметра на 0,1 *H* объясняется тем, что на этой высоте практически заканчивается влияние корневых наплывов; ствол приобретает уже более правильную форму, и последняя, будучи выражена в относительных величинах сбега по относительным высотам, дает объективное отражение действительного строения древесного ствола, не искаженного влиянием других факторов и в частности высоты и диаметра ствола на 1,3 м.

Результаты статистической обработки собранного по предлагаемой методике экспериментального материала разных древесных пород позволили установить, что средние значения относительного сбега, вычисленные по отдельным относительным высотам и ступеням толщины, варьируют весьма незначительно и могут быть охарактеризованы для каждой породы некоторой устойчивой средней величиной, различной для отдельных древесных пород, и не зависят от абсолютных значений ни высот, ни ступеней толщины деревьев.

В качестве примера на рис. 1 приведены данные средней формы стволов сосны и березы, выраженные в относительных величинах по высотам и диаметрам.

Объектом исследования послужили:

1. Чистое сосновое насаждение VI класса возраста (105 лет), бонитет II—III, тип леса—сосняк-брусничник Негорельского учебно-опытного лесхоза; было обмерено по описанной методике 300 деревьев.

2. Вторым объектом исследования послужили насаждения состава 8С (115—120 лет), 2Б (80—85), класс

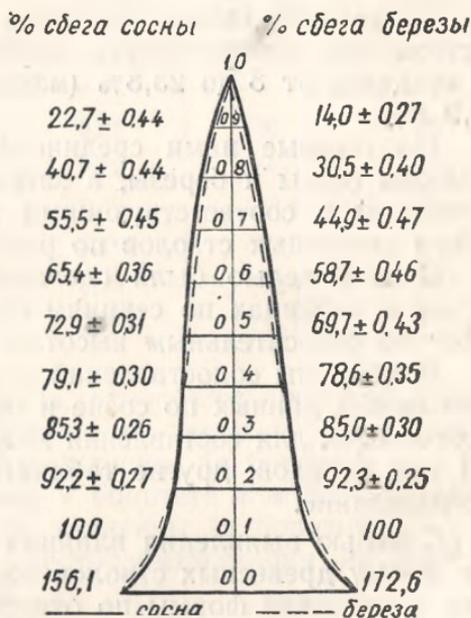


Рис. 1. Средняя форма стволов сосны и березы по относительным высотам.

<sup>1</sup> Методически допустимо и взятие других относительных высот.

бонитета III, тип леса — сосняк-брусничник в Великоорецком лесхозе, Минской области. Было обмерено при этом стволов сосны 150 и березы также 150.

Приведенные на рис. 1 количественные показатели формы наглядно иллюстрируют особенности строения стволов двух древесных пород, обусловленных их биологическими и экологическими особенностями, и позволяют объективно сопоставлять действительную форму отдельных пород как в целом, так и по отдельным ее секциям.

Так, например, в отношении сосны и березы можно констатировать, что до высоты  $0,4 H$  форма их остается одинаковой и лишь далее — к вершине — сбеги стволов березы резко увеличивается по сравнению с сосной.

Средние значения сбега по относительным высотам при указанном выше числе измерений получены с высокой степенью точности:  $P = 0,19—1,93\%$ .

Среднее квадратическое отклонение по относительным высотам ( $\sigma$ ) изменяется незначительно — в пределах от 3,0 до 5,8; коэффициент варьирования ( $W$ ) по мере повышения точки измерения диаметров стволов несколько увеличивается, что вытекает

из структуры формулы:  $W = \frac{\sigma \cdot 100}{M}$ ; при некоторой стабильности

$\sigma$  и резком уменьшении диаметров ( $M$ ) по направлению к вершине естественно увеличивается значение  $W$ , каковой изменяется в пределах от 3 до 23,8% (максимальное значение для высоты 0,9  $H$ ).

Полученные нами средние показатели формы древесных стволов сосны и березы, а затем и других пород были сопоставлены с соответствующими данными имеющихся таблиц сбега древесных стволов по различным разрядам высот.

С этой целью были сделаны перечисления абсолютного сбега в таблицах по секциям обычно в 2 м в относительный сбеги по относительным высотам через 0,1  $H$ .

Результаты сопоставлений показали наибольшее согласование наших данных по сосне и березе с удельными таблицами Крюденера, для составления которых по сосне было обмерено 41 тыс. стволов; другие таблицы также показали хорошее согласование.

С целью выявления влияния условий местопроизрастания на форму древесных стволов сосны были сопоставлены средние показатели формы по относительным высотам в отношении двух типов леса: сосняк-брусничник и сосняк-черничник; при этом было установлено, на основе вычисленного коэффициента различия  $t = (M - M_1) : \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$ , единство средней формы этих двух типов леса.

Результаты вышеописанных дополнительных исследований приводят нас к гипотезе об единстве средней формы стволов

отдельных древесных пород, выраженной в относительных величинах по относительным высотам. Такая средняя форма характеризует индивидуальные особенности пород, вызванные их биологическими и экологическими свойствами.

Что же касается непосредственного влияния условий местопроизрастания, то, по нашему мнению, таковые найдут свое отражение в разной величине средних диаметров и высот, объемов, приростов, а также технических качеств древесины; при всем этом общая схема формирования ствола отдельных пород, выраженная в относительных величинах, остается единой, обусловленной только биологическими особенностями данной породы.

Таким образом, выдвигая гипотезу об единстве средней формы стволов отдельных пород, мы ничуть не отрицаем огромного значения среды на рост и развитие древесной растительности. Сказанное наглядно иллюстрируется следующими таксационными признаками среднего дерева елового насаждения в возрасте 70 лет, в зависимости от класса бонитета по таблицам хода роста нормальных еловых насаждений профессора А. В. Тюрина.

Таблица 1

Класс бонитета	Средний диаметр насажд. в см	Средняя высота в м	Объем средн. дерева в м <sup>3</sup>	То же в %	Запас насажден. м <sup>3</sup> /га в %
Ia	29,6	27,2	0,92	100	100
I	24,0	22,8	0,52	56,5	72,5
II	19,5	19,2	0,30	32,4	53,0
III	15,7	15,8	0,165	17,9	38,4
IV	12,4	12,7	0,087	9,4	27,5
V	9,8	10,4	0,047	5,1	19,5

Из таблицы 1 можно видеть, что объем среднего дерева 70 лет в насаждениях V бонитета в двадцать раз меньше объема такого же дерева в насаждениях Ia бонитета.

Продуктивность насаждения V бонитета в м<sup>3</sup>/га составляет лишь одну пятую аналогичной величины Ia бонитета.

Таково влияние условий местопроизрастания на рост и развитие еловых насаждений.

\* \* \*

Значительный интерес для характеристики формы стволов однородных насаждений представляют корреляционные зависимости между диаметрами на 1,3 м с диаметрами на относительных высотах.

Особое значение приобретает связь между диаметром на 1,3 м и диаметрами на 0,1 Н и 0,5 Н.

Для стволов сосны в типе леса сосняк-черничник взятого нами объекта исследования была установлена тесная связь линейного характера для диаметров на 1,3 м и 0,5 Н, причем коэффициент корреляции оказался равным:  $r=0,953 \pm 0,0075$  и корреляционное отношение  $\eta=0,957 \pm 0,0078$ , столь же высокая корреляционная связь линейного характера оказалась и между диаметрами на других относительных высотах.

Вычисленные линейные уравнения между диаметрами на 1,3 м и на 0,1 Н и 0,5 Н для наших объектов оказались:

$$\text{для березы } d_{0,1Н} = 0,70X + 4,80 \quad (1)$$

$$\text{» сосны } d_{0,1Н} = 0,86X + 2,08 \quad (2)$$

$$\text{для березы } d_{0,5Н} = 0,56X + 1,72 \quad (3)$$

$$\text{» сосны } d_{0,5Н} = 0,642X + 0,90 \quad (4)$$

В приведенных формулах  $X$  — ступени толщины по  $d$  на 1,3 м.

\* \* \*

Располагая приведенными корреляционными уравнениями о зависимости между абсолютными величинами диаметров на

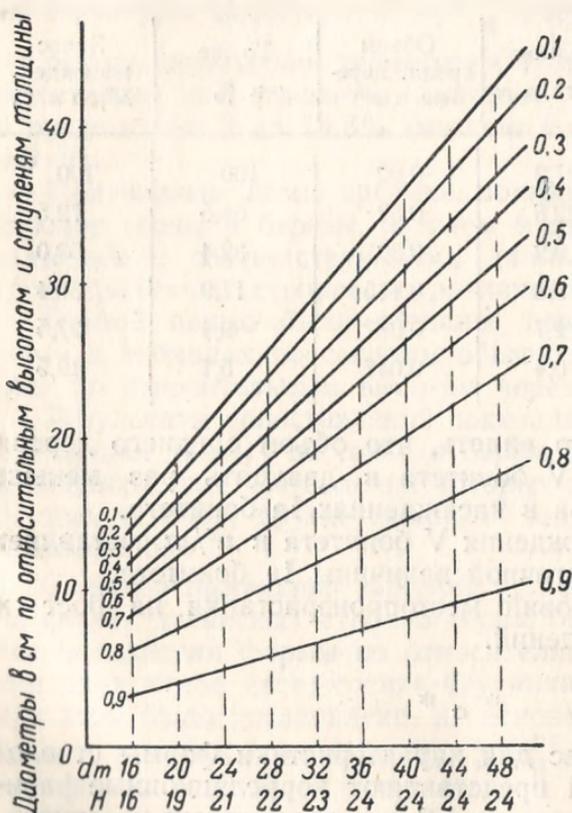


Рис. 2. Сбег стволов сосны в см по относительным высотам.

высоте 1,3 м и на 0,1 Н, представляется возможность легко перейти от относительных величин сбega к абсолютным. С этой целью следует для каждой ступени толщины абсолютную величину диаметра на 0,1 Н последовательно умножить на средние коэффициенты относительного сбega по относительным высотам (рис. 1).

Как показывают результаты таких исчислений, изменения абсолютных значений диаметров по всем относительным высотам носят линейный характер.

В графической форме рис. 2 нагляд-

но иллюстрируется характер изменения величины диаметров по относительным высотам в зависимости от ступеней толщины однородного соснового насаждения как объекта исследования.

Как показали дальнейшие исследования, изменения диаметров и на абсолютных высотах однородного насаждения носят линейный характер, что значительно упрощает составление таблиц сбега древесных стволов.

Располагая данными изменения абсолютных значений диаметров на относительных высотах, показанными на рис. 2, представляется возможным построить для данного объекта сводный график образующих древесных стволов — по ступеням толщины и высотам, как это показано на рис. 3.

Таким образом, наш метод позволяет через относительные величины — коэффициенты формы — установить действительную форму стволов по ступеням толщины и высотам через образующую стволов в абсолютных величинах.

Описанный метод изучения формы древесного ствола, помимо своего теоретического значения, имеет и существенное практическое значение — по составлению таблиц объема и сбега древесных стволов. Составление таблиц объема представляет предельно простую задачу. Располагая для стволов каждой ступени толщины и высоты диаметрами на  $\frac{1}{2} H$ , легко получим величину коэффициента формы  $q_2 = d^1_{1/2} : d_{1,3}$ ; по величине  $q_2$  и  $H$  по известной формуле

$f = 0,14 + 0,66q_2^2 + \frac{0,32}{q_2H}$  (или готовым таблицам) получается величина видového числа ( $f$ ).

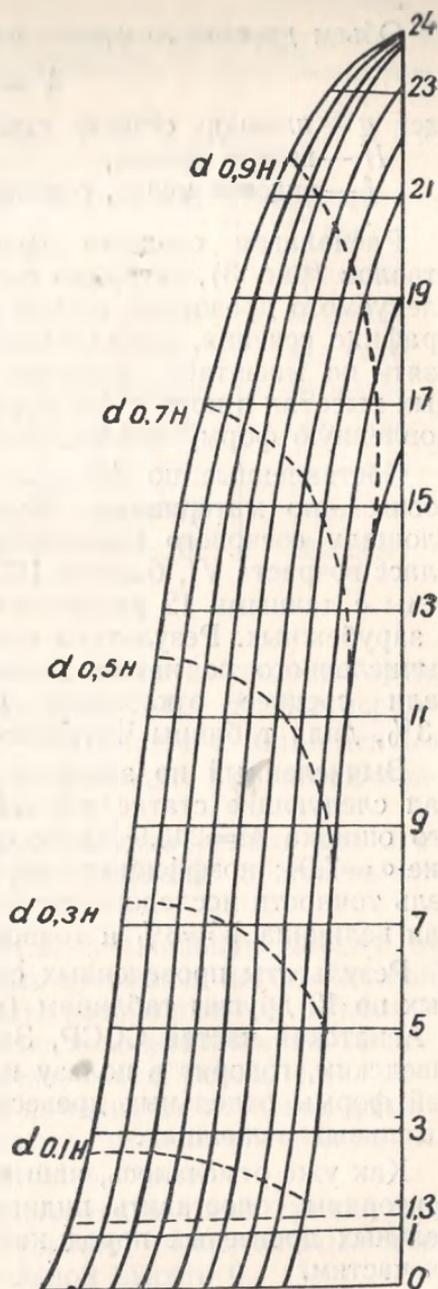


Рис. 3. Сводный график сбега стволов сосны по диаметрам и высотам.

Объем древесного ствола получается по формуле:

$$V = g \cdot H \cdot f, \quad (5)$$

где:  $g$  — площадь сечения ствола на высоте 1,3 м,  
 $H$  — высота ствола,  
 $f$  — видовое число, отвечающее данной высоте  $H$ .

Располагая сводным графиком образующих древесных стволов (рис. 3), нетрудно составить и таблицы сбега для исследуемого древостоя; с этой целью следует провести на этом графике сечения, параллельные оси абсцисс, через 1—2 м и взять по масштабу диаметры сечений на заданных абсолютных высотах в коре и без коры и внести эти диаметры в установленную форму таблиц сбега.

Составленные по формуле (5) таблицы объемов стволов сосны — по материалам эбмера 150 деревьев на пробной площади соснового насаждения типа леса сосняк-черничник, класс возраста VI, бонитет III, состав 8С 2Б — были сопоставлены с данными 12 различных таблиц объемов отечественных и зарубежных. Результаты сопоставления запаса насаждения, вычисленного по нашим данным и упомянутым табличным, дали среднее отклонение 0,8%. Наибольшее отклонение, 6,3%, дали таблицы Читинской области.

Вычисленный по запасам 12 таблиц вариационный ряд дал следующие статистические показатели: средний запас и его ошибка  $M=245,9 \pm 2,04$ ; среднее квадратическое отклонение  $\sigma=7,04$ ; коэффициент варьирования  $W=2,98\%$  и показатель точности исследования  $p=0,83\%$ . Характерна весьма малая величина  $W=3\%$  и точности средней величины — 0,8%.

Результаты проведенных сопоставлений запасов, вычисленных по 12 другим таблицам (местным и общим) Европейской и Азиатской частей СССР, Закавказья, а также немецким и шведским, говорят в пользу нашей гипотезы о единстве средней формы отдельных древесных пород, выраженной в относительных величинах.

Как уже отмечалось, наш метод позволяет по объективным критериям сопоставить индивидуальную среднюю форму отдельных древесных пород как в целом, так и по отдельным их частям.

\* \* \*

В отношении четырех исследованных нами древесных пород, располагая их по возрастающей полнодревесности — по относительному сбегу и относительным высотам, получены следующие данные:

Относительные высоты	Относительный сбег в процентах по породам			
	береза	сосна	осина	ель
0	172,6±1,25	156,1±0,81	147,9±1,03	165,9±1,1
0,1	100	100	100	100
0,2	92,3±0,25	92,2±0,27	93,6±0,26	95,0±0,20
0,3	85,0±0,30	85,3±0,26	87,4±0,28	89,2±0,24
0,4	78,5±0,35	79,1±0,30	81,8±0,37	83,7 ± 0,29
0,5	69,7±0,43	72,9±0,31	75,4±0,42	76,2±0,34
0,6	58,7±0,26	65,4±0,36	66,5±0,50	66,9±0,43
0,7	44,9±0,47	55,5±0,41	54,3±0,61	56,4±0,48
0,8	30,5±0,40	40,7 ± 0,44	36,5±0,73	42,3±0,53
0,9	14,0±0,27	22,7±0,44	21,1±0,62	28,3±0,48

Стволы сосны и березы имеют одинаковую среднюю форму в комлевой части до 0,4 *H*; начиная с 0,4 *H* сбег березы сильно увеличивается; отчетливо выделяется в приведенном ряду форма стволов ели — по всем высотам — по своей полндревесности.

Как известно, русские лесоводы издавна делили все древесные породы на две группы: светолюбивые и теневыносливые.

Проф. М. К. Турский разработал специальную шкалу по требовательности к свету отдельных древесных пород. По этой шкале исследованные нами породы располагаются в полном соответствии с приведенной нами последовательностью по признаку полндревесности, т. е. береза, сосна, осина, ель.

Таким образом, предлагаемый нами метод изучения формы стволов подтверждает объективными признаками биологические особенности указанных древесных пород.

Заслуживает внимания с биологической точки зрения еще один показатель таблицы 2, а именно, относительный сбег у шейки корня, т. е. на относительной высоте 0.

Наибольшие величины сбега имеют: береза 172,6±1,25 и ель 165,9±1,1. Как известно, эти породы имеют поверхностную, горизонтально расположенную корневую систему и в силу этого, по законам механики, в целях противодействия опрокидывающей силе ветра, должны располагать более расширенной комлевой частью ствола, что и подтверждается приведенными показателями сбега.

Сосна имеет стержневую корневую систему. У осины в первые годы развивается стержневой корень, а затем начинают энергично расти боковые корни, располагающиеся у поверхности почвы и отходящие от материнского дерева иногда на значительное расстояние.

По нашим данным, осина имеет наименьший сбег у шейки корня —  $147,9 \pm 1,03$ ; несколько выше этот показатель у стволов сосны —  $156,1 \pm 0,81$ .

\* \* \*

В заключение осветим еще один вопрос, вытекающий из особенностей нашей методики, а именно, распределение объемов каждой секции длиной по  $0,1 H$  — в процентах общего объема ствола, независимо от ступеней толщины.

Результаты таких вычислений объемов от основания к вершине древесного ствола как по отдельным секциям, так и по нарастающим итогам приведены в следующей таблице.

Таблица 3

Показатели	Порода	№ секций										Итого
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Относит. высоты	—	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
Объемы отдельных секций в % от объема ствола в коре	Береза	25,0	19,0	16,0	13,3	10,3	7,6	5,2	2,7	0,8	0,1	100
	Сосна	21,9	17,3	14,6	12,5	10,6	8,7	6,8	4,6	2,5	0,7	100
	Осина	21,0	17,3	15,3	13,4	11,5	9,3	6,7	3,8	1,5	0,2	100
	Ель	20,3	17,3	15,5	13,6	11,3	9,1	6,6	4,1	1,9	0,3	100
То же по нарастающим итогам от комля к вершине	Береза	25,0	44,0	60,0	73,3	83,6	91,2	96,4	99,1	99,9	100	
	Сосна	21,9	39,2	53,7	66,1	76,6	85,3	92,2	96,8	99,3	100	
	Осина	21,0	38,3	53,6	67,0	78,5	87,8	94,5	98,3	99,8	100	
	Ель	20,3	37,6	53,1	66,7	78,0	87,1	93,7	97,8	99,7	100	

Как видно из таблицы 3, распределение объемов древесных стволов исследованных древесных пород по секциям в  $0,1 H$  — в процентах от общего объема стволов — сравнительно мало различается по породам, за исключением березы, поэтому возможно ограничиться средними величинами, которые приведены в следующей таблице:

Показатели	№ секций										Итого
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Относит. высоты .	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
Объемы секций в %	22,0	17,7	15,3	13,2	10,9	8,7	6,3	3,8	1,7	0,4	100
То же по нарастающ. итогам от комля к вершине . . . . .	22,0	39,7	55,0	68,2	79,1	87,8	94,1	97,9	99,6	100	

Показатели	№ секций									
	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I
То же от вершины к основанию ствола . . . . .	0,4	2,1	5,9	12,2	20,9	31,8	45,0	60,3	78,0	100

Из приведенных данных можно видеть, что на нижнюю половину ствола приходится в среднем 79,1% от всего объема ствола и, следовательно, на остальную часть — лишь 20,9%.

Приведенные соотношения приобретают немаловажное значение в технике лесоразработок в процессе рациональной разработки хлыстов. Все внимание при этом должно быть сконцентрировано на умелом использовании комлевой части ствола. Из таблицы видим, что комлевой отрез длиной, например, 30% всего ствола по объему занимает 55,0%; такой же длины отрез из вершины составляет по объему всего лишь 5,9%.

Приведенные средние соотношения наглядно показаны на прилагаемом рисунке 4.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Формирование древесных стволов происходит под влиянием многочисленных факторов внешней и внутренней среды, что обуславливает значительное варьирование формы ствола.

2. Изучение законов формирования стволов на базе технических и биологических дисциплин хотя и дало немалые результаты, но в целом данная проблема еще не получила своего окончательного разрешения.

3. Метод математической статистики и средних величин оказал большие услуги теории и практике таксации леса, хотя и без исследования законов формирования стволов, что

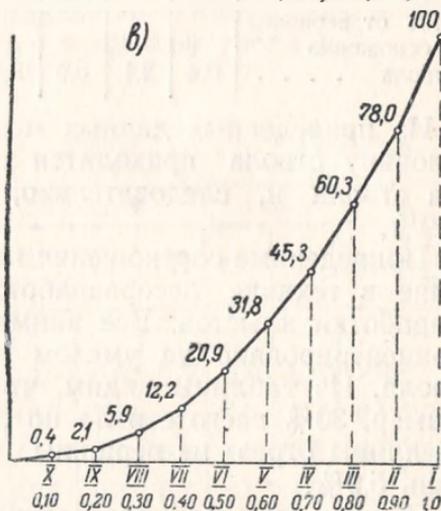
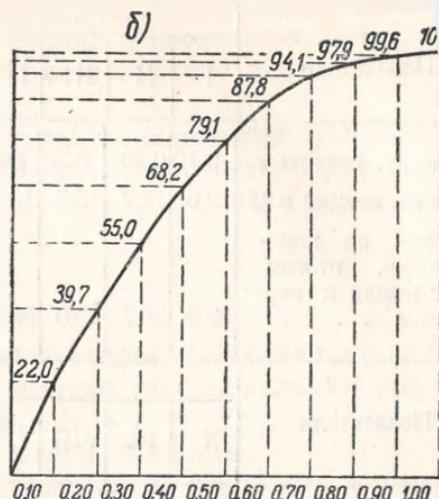
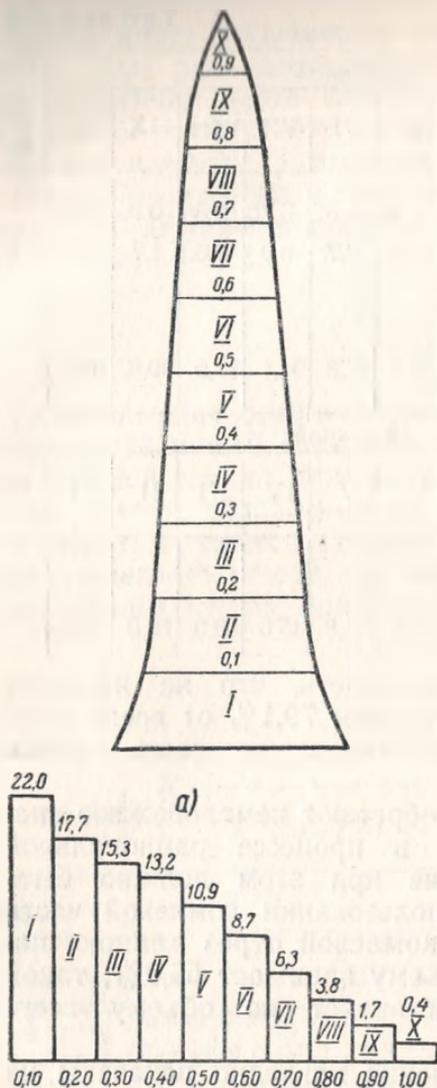


Рис. 4. Распределение объемов стволов по секциям длиной в 0,1 общей высоты:

- а) диаграмма порядковых объемов секций ствола;  
 б) объем секций ствола по нарастающим итогам от основания к вершине;  
 в) то же — от вершины к основанию.

должно составлять задачи соответствующих технических и биологических дисциплин.

4. Предлагаемый нами метод изучения формы древесных стволов по относительным величинам покоится на базе математической статистики, отличается своей простотой, наглядностью и позволяет охарактеризовать действительную форму стволов отдельных пород с учетом их биологических и экологических особенностей объективными критериями, позволяя

сопоставить форму стволов отдельных пород как в целом, так и по частям.

5. Положительной стороной нашего метода, помимо его теоретического значения, является широкая возможность использования его для разрешения конкретных задач практики лесной таксации и, в частности, составления таблиц объема и сбега древесных стволов на ограниченном по численности экспериментальном материале с высокой точностью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И. Белоновский. Об исследовании формы древесного ствола. «Лесной журнал». Вып. 1—3, 1917 г.
2. Д. И. Менделеев. Измерения деревьев и другие данные о приросте лесов в Уральских краях. Сочинения, том XII, стр. 889—995, 1899 г.
3. М. М. Орлов. Лесная таксация, 3-е изд., 1929 г.
4. Г. М. Турский. Лесная таксация, 1927 г.
5. А. Крюденер. Массовые таблицы и таблицы сбега для суходольной сосны в удельных лесах южной половины Европейской России. Вып. III, часть III, СПб, 1912 г.
6. А. Крюденер. Массовые таблицы и таблицы сбега березы в удельных лесах южной половины России. Вып. II, часть II, СПб, 1910 г.
7. Союзлеспром. ВНИЛПИ. Массовые таблицы для сосны, ели, дуба, березы и осины по классам бонитета, 1931 г.
8. В. К. Захаров. Таблица объемов, сбегов и сортиментов для сосны, ели, дуба, ясеня, ольхи, осины, березы, граба, 1928 г., Минск.
9. В. К. Захаров. К изучению изменчивости формы древесных стволов и методика таксации леса. Журнал «Лесная промышленность и лесное хозяйство» № 7, 1929 г.
10. В. К. Захаров. Варьирование таксационных признаков деревьев. Журнал «Лесное хозяйство» № 11, 1950 г.
11. В. К. Захаров. Новое в методике исследования формы древесных стволов и составления таблиц объема и сбега. Сборник научных трудов Института леса АН БССР. Вып. VI, 1955 г.
12. В. К. Захаров. Рационализация методов таксации леса на корню. Журнал «Лесное хозяйство» № 9, 1956 г.
13. Н. В. Третьяков, П. В. Горский, Г. Г. Самойлович. Справочник таксатора, 1952 г.
14. Guttenberg. Die Formausbildung der Baumstämme, 1915 г.
15. Hohenadl. Der Aufbau der Baumschäfte, 1924 г.
16. A. Schiffel. Form und Inhalt der Weisfohre, 1907 г.
17. A. M a s. Schaftinhalt und Schaftform der Kiefer in Schweden, 1911 г.
18. Grundner, Schwa p p a c h — Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbaume und Waldbestände, 1928 г.