

Проф. В. К. ЗАХАРОВ,
доктор сельскохозяйственных наук

О РАЦИОНАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ СОСТАВЛЕНИЯ ТАБЛИЦ ХОДА РОСТА НАСАЖДЕНИЙ

Таблицы хода роста насаждений имеют большое теоретическое и практическое значение для лесного хозяйства. Они служат пособием при учете лесного фонда, дают ценный материал для организации и проведения различных лесохозяйственных мероприятий (рубки, ухода, мелиорации и пр.), используются для проектирования и организации лесоэксплуатации.

Наличие большого числа таблиц хода роста—общих и местных—не дает еще оснований считать полностью разрешенной методику их составления. Вопрос этот достаточно сложен и требует дальнейшего углубленного изучения, особенно по возможной и обоснованной рационализации методики исследования, что и составляет содержание настоящей статьи.

Сбор экспериментального материала для исследования хода роста насаждений является весьма трудоемкой операцией, особенно по закладке пробных площадей со взятием модельных деревьев.

Так, норма выработки при лесоустроительных работах составляет 1,2—1,4 пробы на рабочую бригаду (1 таксатор и 2 рабочих) в технико-день. Норма выработки в штуках модельных деревьев на бригаду (1 таксатор и 4 рабочих) за один технико-день составляет в зависимости от характера насаждений от 10 до 18 моделей (в среднем 14).

До последнего времени число подлежащих закладке пробных площадей для изучения хода роста насаждений устанавливалось без наличия каких-либо достаточных и объективных оснований. Наше исследование степени варьирования сумм площадей сечений насаждений [7] позволяет установить по-

требное число пробных площадей с желаемой точностью. При среднем коэффициенте варьирования сумм площадей сечений в 15% и погрешности в 10% необходимо заложить на каждый класс возраста исследуемого однородного по таксационным признакам древостоя не менее двух пробных площадей. При повышении точности исследования до 5% потребовалось бы увеличение числа проб до 8—10 на каждый класс возраста, что практически неосуществимо и, следовательно, приходится довольствоваться погрешностью в 10%.

При взятии модельных деревьев они должны отражать средние таксационные признаки древостоя; диаметр, высоту и форму древесных стволов. Из всех таксационных признаков древостоев наиболее варьируют диаметры стволов; средний коэффициент варьирования их составляет 25—30%. При точности исследования средних диаметров древостоев в 2—3% на пробной площади должно быть от 150 до 220 стволов, в среднем 200. Эта норма в настоящее время общепринята.

Если для каждого класса бонитета проследить динамику изменения среднего диаметра древостоя, закладывая минимальное количество проб (2—3), то по десятилетним периодам пришлось бы охватить пересчетом для одного бонитета до 6000 деревьев, для пяти основных бонитетов $6000 \times 5 = 30000$ деревьев, а по 20-летним периодам—вдвое меньше.

В результате наших исследований оказалось, что проследить ход изменения средних диаметров древостоев можно и без закладки пробных площадей, используя материалы анализов хода роста взятых модельных деревьев по 10- или 20-летним периодам в предельном возрасте насаждений, до которого намечалось провести исследование их роста. Возможность использования предлагаемой методики может быть подтверждена исследованиями хода роста моделей, взятых в сосновых насаждениях 1-го бонитета Беловежской пуши (табл. 1).

Сглаживая полученные средние диаметры с использованием уравнения второй степени, имеющего параметры

$$d = 1,149 + 9,574x - 0,586x^2, \quad (1)$$

получим сглаженные значения средних d , как показано в таблице 2.

Как видно из этой таблицы, уравнение 2-ой степени очень хорошо отразило ход роста средних диаметров насаждения по возрастам.

В какой степени полученные нами данные хода роста средних диаметров соснового насаждения по предложенному методу анализа моделей согласуются с аналогичными величинами, приведенными во многочисленных таблицах хода роста сосновых насаждений, показывают данные таблицы 3.

Таблица 1

Периоды роста по анализам моделей	Число наблюдений (моделей)	Статистические показатели $d_{1,3}$				Необходимо наблюдений при погрешности, в %	
		средний диаметр ($M \pm m$)	средне-квадратич. отклонение (σ)	коэффициент варьирования (W)	точность исследования (P)	5	10
30	13	10,6 ± 0,9	3,3 ± 0,64	31,1	8,6	38	10
50	13	18,3 ± 1,5	3,5 ± 1,1	30,1	8,3	36	9
70	13	24,5 ± 1,9	7,1 ± 1,4	28,7	7,9	33	8
90	13	31,1 ± 2,3	7,7 ± 1,6	24,8	7,5	25	6
110	13	34,5 ± 2,8	8,5 ± 2,0	24,7	8,2	24	6
В среднем				27,9	8,1	31	8

Таблица 2

Возраст	Условные варианты уравнения (X)	Диаметр измеренный	Диаметр сглаженный по уравнению	Отклонение в см
30	1	10,6	10,2	+0,4
40	1,5		14,2	—
50	2	18,3	17,95	+0,35
60	2,5		21,5	—
70	3	24,5	24,6	-0,1
80	3,5		27,5	—
90	4	31,1	30,1	+1,0
100	4,5		31,2	—
110	5	34,5	34,4	+0,1

Из приведенных данных видно, что средние диаметры по анализам хода роста моделей с отклонениями на величину средней погрешности $\pm m$ полностью отражают соответствующие величины многочисленных таблиц хода роста, за редкими исключениями.

Средние диаметры сосновых древостоев I-го бонитета по материалам анализа хода роста моделей и соответствующим величинам таблиц хода роста

Таблицы хода роста	Периоды роста					Примечание
	30	50	70	90	110	
Анализ моделей сосны Беловежской пущи I-го бонитета	9,7 10,6±0,9 11,5	16,8 18,3±1,5 19,8	22,6 24,5±1,9 26,4	28,8 31,1±2,3 33,4	31,7 34,5±2,8 37,3	В материалах по анализу моделей показаны три значения: среднее и два крайних, различающихся на величину ±m
Таблицы БелНИИЛХ по БССР, 1933 г.	11,4	17,8	23,8	29,2	33,5	
Польские таблицы В. Плонского, 1937 г.	11,0	18,7	26,3	32,6	37,2	
Всеобщие таблицы А. В. Тюрина II-го бонитета	12,6	20,4	27,0	33,0	37,6	
Таблицы Варгаса, Ленинградская обл.	10,2	14,7	22,3	28,7	33,2	
Шведские таблицы Мааса	11,5	17,4	22,3	27,0	31,5	
Германские таблицы Шваппаха	12,2	19,1	26,5	32,7	37,4	
Германские таблицы Гергардта	8,7	17,1	25,5	32,1	37,6	
Таблицы Миллованича, Ср. Урал	10,4	17,2	23,9	30,0	35,5	
Средние величины по таблицам	11,0±0,3	17,8±0,4	24,6±0,5	30,6±0,7	35,3±0,8	
Отклонение в % от данных по анализу	+3,7	-5,4	+0,3	-1,5	+2,1	

Вычислив вариационный ряд из значений табличных средних диаметров по возрастам, получаем следующие статистические показатели:

Таблица 4

Статистические показатели	Периоды роста				
	30	50	70	90	100
Среднее d ($M \pm m$) . . .	11,0 \pm 0,33	17,8 \pm 0,42	24,6 \pm 0,53	30,6 \pm 0,66	35,3 \pm 0,75
Среднее квадратич. отклонение (σ) . . .	0,98	1,27	1,59	2,00	2,27
Коэффициент варьирования (W) . . .	9,1	7,3	6,5	6,6	6,5
Точность исследования (P)	3,0	2,4	2,2	2,2	2,2
Потребно наблюдений (число таблиц):					
при точности $P=2\%$	20	13	11	11	11
" " 3%	9	6	5	5	5
" " 5%	3	2	2	2	2

Из таблицы 4 можно видеть:

1. Статистические показатели по всем периодам роста остаются в основном на одинаковом уровне.

2. Коэффициент варьирования (в среднем 7,2%) примерно вчетверо меньше аналогичной величины, приведенной в таблице 1, что вполне оправдывается, так как в таблицах хода роста приведены сглаженные средние величины d .

3. Точность исследования средних d по таблицам довольно высокая и составляет в среднем 2,4%.

Для большей наглядности приведем средние диаметры насаждений 1-го бонитета, полученные двумя способами: по анализам хода роста моделей и по таблицам хода роста (табл. 5).

Таким образом, ход роста насаждений по диаметру, полученный по данным 13 анализов роста моделей, весьма близок аналогичным величинам таблиц; отклонения в среднем составили 2,24%.

Вычисленный коэффициент различия (t) между приведенными средними величинами диаметров изменяется в пределах от 0,07 до 0,51, т. е. значительно меньше 3. Следовательно, различие между ними не существенное и сопоставляемые величины статистически однородны.

Возможна и целесообразна дальнейшая рационализация работы по исследованию хода роста дерева по диаметру, предложенная доцентом кандидатом наук М. К. Новиковым [5]. Он рекомендует производить обмер диаметров на срезках

Показатели измерений	Возраст насаждений				
	30	50	70	90	110
Среднее d по анализам хода роста моделей.	$10,6 \pm 0,90$	$18,3 \pm 1,50$	$24,5 \pm 1,90$	$31,1 \pm 2,30$	$34,5 \pm 2,80$
Среднее d по таблицам хода роста	$11,0 \pm 0,30$	$17,8 \pm 0,40$	$24,6 \pm 0,50$	$30,6 \pm 0,70$	$35,3 \pm 0,80$
Расхождения в %	+1,85	-4,57	-1,24	-2,98	+0,58
Коэффициент различия					
$t = \frac{M - M_1}{\sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{2}}}$	0,21	0,51	0,15	0,37	0,07

моделей не по двум взаимно перпендикулярным диаметрам, а по одному среднеарифметическому радиусу. С этой целью на срезе измеряется два взаимно перпендикулярных диаметра (максимальный и минимальный) и сумма их делится на 4, что и дает средний радиус. Затем одна ножка разведенного циркуля укрепляется в сердцевине, а второй ножкой отмечается на периферии среза то направление, где величина радиуса равна раствору циркуля. По выбранному радиусу непосредственно в лесу и производится подсчет слоев и их измерение, данные которых заносятся в бланки анализа хода роста. По утверждению автора, это направление у подавляющего большинства стволов сохраняется как среднеарифметическое вдоль всего ствола.

При такой методике обмеров один техник с двумя рабочими обрабатывает за рабочий день 10—12 стволов, т. е. производительность труда увеличивается в 4 раза и, кроме того, экономится минимум один рабочий день на обработке каждого ствола в камеральном периоде.

* * *

Описанные выше модельные деревья были использованы также и для исследования хода роста сосновых насаждений 1-го бонитета по 10-летним периодам. Полученные результаты, обработанные методом математической статистики, приведены в таблице 6.

Приведенные в таблице 6 средние высоты по данным анализов хода роста моделей по возрастам могут быть выражены следующим уравнением 2-го порядка

$$H_n = -0,309x^2 + 5,654x + 1,424, \quad (2)$$

где H_n — высоты по возрастам;

x — условные варианты возрастов, начиная с 20 лет: 1, 2, 3...8.

Таблица 6

Периоды	Статистические показатели высот				Необходимо наблюдений при погрешности, в %	
	средние высоты (M±m)	средние квадратич. отклонения (σ)	коэффициент варьирования (W)	точность исследования (P)	3	5
10	2,9±0,19	0,69	23,8	6,6	64	23
20	7,0±0,38	1,39	19,8	5,5	44	16
30	11,4±0,53	1,93	16,9	4,7	32	12
40	15,6±0,69	2,46	15,8	4,4	28	10
50	19,3±0,81	2,90	15,1	4,2	25	9
60	22,4±0,91	3,30	14,8	4,1	24	9
70	24,3±0,97	3,50	14,4	4,0	23	8
80	25,8±1,03	3,70	14,4	4,0	23	8
90	27,0±1,05	3,78	14,0	3,9	22	8
Средние		2,63	15,4	4,6	26	11

Таблица 7

Показатели измерений	Возраст насаждений							
	20	30	40	50	60	70	80	90
Высоты измеренные	7,0	11,4	15,6	19,3	22,2	24,3	25,8	27,0
Высоты по уравнению	6,7	11,6	15,6	19,0	21,9	24,2	25,8	26,8
Отклонение абсолютное	-0,3	+0,2	0	-0,3	-0,3	-0,1	0	-0,2
Отклонение в %	4,30	1,75	0	1,57	1,35	0,42	0	0,74

Степень сглаживания измеренных высот посредством уравнения (2) видна из таблицы 7.

Вычисленная ошибка уравнения составила 0,83%. Средняя квадратическая ошибка уравнения — 1,68%.

Из данных таблицы 7 можно видеть, что уравнение 2-й степени очень хорошо передает динамику средних высот моделей по возрастам.

Полученные средние высоты сопоставим с соответствующими высотами сосновых насаждений по таблицам хода роста. С этой целью, помимо показателей восьми таблиц хода роста (табл. 3), дополнительно используем данные германских таблиц Вимменаура, т. е. всего девяти таблиц хода роста деревьев (табл. 8).

Сопоставление средних высот древостоев сосны 1-го бонитета по возрастам на основе данных анализа хода роста моделей с соответствующими средними высотами, полученными из девяти таблиц хода роста насаждений

Показатели сопоставлений	Возраст насаждений								
	20	30	40	50	60	70	80	90	
Средние Н по анализам моделей	7,0±0,37	11,4±0,53	15,6±0,69	19,3±0,81	22,2±0,91	24,3±0,97	25,8±1,03	27,0±1,05	
То же, по данным 9 таблиц хода роста основных насаждений.	8,1±0,30	12,1±0,41	15,9±0,40	19,2±0,52	22,0±0,51	24,4±0,60	26,1±0,62	27,7±0,61	
Коэффициент различия $t = \frac{M - M_i}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$	2,20	1,10	0,37	0,10	0,19	0,17	0,25	0,58	
Среднее квадратич. отклонение (σ)	0,96	1,30	1,38	1,41	1,53	1,79	2,00	2,10	
Коэффициент варьирования (W)	11,9	10,8	8,7	7,3	7,0	7,3	7,6	7,5	
Показатель точности (P)	3,7	3,4	2,7	2,3	2,2	2,3	2,4	2,2	
Отклонения средних Н в %	+11,5	+6,0	+1,9	-0,2	-0,8	+0,2	+1,2	+2,5	

(по анализам и таблицам)

Из данных таблицы 8 видно, что средние высоты сосновых древостоев, полученные по анализам хода роста моделей и по таблицам хода роста древостоев, статистически однородны: коэффициент различия (t) изменяется в пределах от 0,1 до 2,2, точность средних величин (H)—от 2,2 до 3,7%, коэффициент варьирования высот (W)—от 7,0 до 11,9%.

Сопоставляя данные таблиц 6 и 8, можно видеть, что во втором случае статистические показатели варьирования примерно вдвое меньше, что вполне понятно, так как в таблицах приводятся уже сглаженные средние величины.

Анализ таблицы 8 показывает, что исследование хода роста насаждений по высотам и возрастам также можно проводить по данным анализам хода роста моделей, т. е. таким же методом, как и в отношении средних диаметров древостоев по возрастам.

* * *

Рассмотрим вопрос об установлении важнейшего таксационного признака насаждений — суммы площадей сечений стволов (G), которая подвержена большой изменчивости под влиянием многочисленных факторов внутренней и внешней среды. Значительные успехи в области теории таксации леса и ряд закономерностей в строении насаждений приводят к целесообразности предельно использовать имеющиеся в лесотаксационной литературе (таблицах хода роста) многочисленные средние данные о величинах сумм площадей сечений насаждений.

В настоящее время распространена идея всеобщих таблиц хода роста насаждений, составляемых на базе имеющихся местных и общих таблиц хода роста. По этому пути пошли почти одновременно у нас профессор Тюрин [2] и в Германии Гергардт [11], составившие впервые таблицы этого типа.

В основу таких построений А. В. Тюрина легло выдвинутое им в 1913 г. положение, что нормальные сосновые насаждения, имеющие в одинаковом возрасте равные высоты, характеризуются одинаковым ходом роста в прошлом и будут иметь одинаковый ход роста в будущем независимо от их географического положения. Такой вывод подчеркивает, что и при разных условиях местопроизрастания ход роста сосны может быть одинаков и, следовательно, выражен одним и тем же классом бонитета.

Гергардт в своих исследованиях сосновых насаждений установил, что 1) определенным высотам отвечают равные площади сечения господствующей части насаждения без различия классов бонитета, $h = \varphi(G)$; 2) запасы господствующей части насаждения есть функция средней высоты насаждения без различия возраста и бонитета, $v = \varphi(h)$.

Приведенные положения дают основания для использования имеющихся таблиц хода роста сосновых насаждений с целью получения средних величин площадей сечения, а затем и запасов насаждений.

По материалам таблицы 3 были вычислены по периодам роста средние величины сумм площадей сечений, обработанные затем статистическим методом. Результаты этих вычислений приводим в таблице 9.

Сглаживание табличных величин G проведено по уравнению

$$G = 47,08 - \frac{651,6}{A}. \quad (3)$$

Из таблицы 9 видно, что 1) коэффициент варьирования примерно вдвое меньше установленного нами по материалам пробных площадей ($W=15\%$); 2) средние площади (G) по таблицам получены с высокой точностью—в среднем $2,5\%$; 3) сглаживание G по уравнению (3) внесло лишь самые незначительные изменения, следовательно, полученные средние значения G отражают закономерный характер их динамики по возрастам.

Уравнение (3) получено на основе линейной зависимости произведения GA от возраста насаждений (A).

Сопоставляя средние значения G с аналогичными величинами использованных таблиц хода роста, было выявлено, что наибольшие отклонения дали таблицы А. В. Тюрина (в среднем с превышением на 20%), что затем вызвало и соответствующее преувеличение запасов насаждений. Как объясняет сам автор [2], линия развития сумм площадей сечения I-го бонитета была построена на показателях лишь двух таблиц „с применением графической, хотя и очень близкой экстерполяции“.

Для получения запаса насаждений необходимо располагать еще значениями видовых чисел по возрастам. Было установлено [8] единство средней формы отдельных древесных стволов, выраженной в относительных величинах по относительным высотам. В отношении сосны были получены уравнения:

$$q_2 = 0,604 + \frac{1,54}{H}, \quad (4)$$

$$f = 0,380 + \frac{1,93}{H}. \quad (5)$$

Эти данные и были использованы нами.

Запасы насаждений по возрастам, вычисленные по общеизвестной формуле

$$V = GH \cdot f, \quad (6)$$

Статистические показатели	Возраст насаждений									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Средняя площадь сечений, м ²	26,9	30,7	33,6	35,8	37,5	38,8	39,9	40,7	41,3	
$M \pm m$	$\pm 0,86$	$\pm 0,93$	$\pm 0,97$	$\pm 0,93$	$\pm 0,90$	$\pm 0,87$	$\pm 0,83$	$\pm 0,83$	$\pm 0,87$	
Среднее квадратич. отклонение (σ)	2,6	2,8	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	2,6	
Коэффициент варьирования (W)	9,7	9,2	8,6	8,0	7,2	6,7	6,3	6,2	6,3	
Точность исследования (P)	3,2	3,1	2,9	2,6	2,4	2,2	2,1	2,0	2,1	
Площадь сечения (G), сглажен- ная уравнением $G = 47,08 - \frac{651,6}{A}$ (3)	25,3	30,8	34,1	36,2	37,9	38,9	39,9	40,5	41,1	
Величина по стандартной таблице	28,6	31,9	33,8	35,0	36,1	36,6	36,9	37,1	37,1	

Ход роста сосновых насаждений 1-го бонитета по результатам наших исследований

Таксационные признаки	Возраст насаждений									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Ср. высота (H)	11,6	15,6	19,0	21,9	24,2	25,8	26,8	27,2	27,3	
Ср. диаметр (d)	10,2	14,2	18,0	21,5	24,6	27,5	30,1	31,2	34,4	
Ср. видовое число (f)	0,546	0,503	0,481	0,468	0,460	0,454	0,451	0,450	0,450	
Ср. коэффициент формы (q ₁₂)	0,737	0,702	0,685	0,674	0,667	0,663	0,661	0,660	0,630	
Сумма площадей сечения на га, м ²	25,3	30,8	34,4	36,2	37,9	38,9	39,9	40,5	41,1	
Число стволов на 1 га	2581	1911	1354	997	798	655	546	530	442	
Запас, м ³ /га	159	237	311	371	422	456	472	496	504	
Прирост средний, м ³ /га	5,03	5,93	6,28	6,87	6,03	5,70	5,22	4,95	4,95	
Прирост текущий, м ³ /га	—	7,77	7,75	5,67	5,09	3,39	2,67	1,36	0,88	
Запасы по стандартной таблице, м ³	167	233	294	346	388	416	431	441	443	
Общая производительность насаждений, м ³	197	310	439	549	658	747	812	892	942	

приведены наряду с другими таксационными признаками насаждений в таблице 10.

Сопоставление полученных по формуле (6) запасов с данными использованных таблиц хода роста показало наибольшие совпадения по суммарным запасам с таблицами Шваппаха, белорусскими (приведенными к полноте 1), польскими, уральскими, давая расхождение в пределах $\pm 1,2-5,5\%$. Таблицы же А. В. Тюрина дали преувеличение на 18,4%, а Варгаса—преуменьшение на 12,2%. Сглаженное число стволов (N) получено через площадки сечения среднего дерева (g) и суммы площадей сечений (G) по формуле

$$N = \frac{G}{g} \quad (7)$$

Средний и текущий показатели прироста получены по обычным таксационным формулам из запасов насаждений по возрастам.

Установление общей производительности насаждений произведено путем соответствующей обработки материалов таблиц с использованием литературных источников.

Простейший способ, использованный в частности профессором Н. В. Третьяковым при составлении эскиза таблиц хода роста лиственницы даурской на Камчатке [9], заключается в суммировании естественного отпада по периодам роста с запасами древостоев по тем же периодам.

Более точные методы исчисления отпада заключаются в установлении числа стволов, диаметров и высот по отношению к соответствующим величинам остающейся части древостоя. В нашем исследовании был использован второй метод.

ВЫВОДЫ

1. Данные таблицы 10, характеризующие ход роста сосновых насаждений 1-го бонитета, являются иллюстрацией результатов предлагаемой рационализации методики составления таблиц хода роста насаждений на крайне ограниченном и специфическом экспериментальном материале.

2. Результаты нашего исследования подтверждают целесообразность и возможность составления и использования всеобщих таблиц хода роста насаждений наряду с составлением местных таблиц, которые послужат коррективом всеобщих таблиц.

3. Изложенные нами предложения могут быть рекомендованы для использования не только при составлении таблиц хода роста насаждений, но также и при проведении различных лесоводственных исследований, в частности при изучении типов леса, что может дать дополнительный материал для

корректирования существующих таблиц хода роста, дальнейшего уточнения и упрощения методики их составления.

ЛИТЕРАТУРА .

1. Михневич Ф. П. Исследование хода роста сосновых насаждений БССР (на белорусском языке), вып. VIII. Сосновые насаждения БССР, 1933.
2. Тюрин А. В. Всеобщие таблицы хода роста нормальных сосновых насаждений, 1931.
3. Варгас-де-Бедемар. Исследования запаса и прироста лесонасаждений С.-Петербургской губ. „Лесной журнал“, 1848.
4. Милованович Д. Типы лесов Среднего Урала и Н.-Тагильского округа. Ход роста нормальных сосновых насаждений, 1928.
5. Новиков М. К. Рационализация работ по исследованию хода роста дерева. Сборник трудов по лесному хозяйству, вып. 1 Уральского лесотехнического института, 1949.
6. Левин В. И. К вопросу хода роста и бонитирования сосновых древостоев Архангельской области. Сборник статей Архангельского лесотехнического института, 1955.
7. Захаров В. К. Варьирование таксационных признаков древостоев. „Лесное хозяйство“ № 11, 1950.
8. Захаров В. К. Новое в методике исследования формы древесных стволов и составления таблиц объема и сбega, вып. VI, Ин-т леса АН БССР, 1955.
9. Третьяков Н. В. Эскиз таблиц хода роста для даурской лиственницы III бонитета. Леса центральной части полуострова Камчатки, вып. 6, 1938.
10. Schwappach. Wachstum und Ertrag normaler Kieferbestände, 1889.
11. Gehrhardt G. Ertragstafeln für Eiche, Buche, Tanne, Fichte und Kiefer, 1923.
12. Plonski W. Tablice zasobnisci i przyrosti drzewostanow Sosna, 1937.
13. Maas A. Erfarenhetstabeller för tallen. Ett bidrag till kännedomen om normala tallbeständ, 1911.