

УДК 630\*521 (470. 343): 674. 032. 16

*В. Л. Черных, А. В. Попова, Н. Г. Киселева***ТАБЛИЦЫ СУММ ПЛОЩАДЕЙ СЕЧЕНИЙ, ВИДОВЫХ ВЫСОТ И ЗАПАСОВ ДЛЯ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ**

*Составлены таблицы сумм площадей сечений, видовых чисел и запасов для древостоев сосны искусственного происхождения, произрастающих в условиях северо-восточной части Республики Марий Эл. На основе математического моделирования и функции роста Митчерлиха разработана новая стандартная таблица.*

**Ключевые слова:** *видовая высота, запас древостоя, сумма площадей сечения, класс бонитета насаждения, коэффициент изменчивости, таблицы хода роста, таблицы сумм площадей сечений.*

**Введение.** Исследования в области создания стандартных таблиц сумм площадей сечений и запасов древостоев проводятся на протяжении многих десятилетий. В совершенствование методики их составления и разработки существенный вклад внесли профессора А. В. Вагин [1], А. В. Тюрин, Н. П. Анучин, П. М. Верхунов [2, 3], В. П. Воропанов [4], М. Л. Дворецкий [5], В. В. Загреев, В. С. Чернявский, Н. В. Выводцев, Н. Я. Саликов [6], Н. В. Третьяков [7] и многие другие.

Таблицы сумм площадей сечений ( $\Sigma G$ ) и запасов ( $M$ ), в зависимости от их назначения, методических основ и исходных материалов, могут быть составлены для разных уровней  $G$  и  $M$ , иметь различную структуру, определяемую составом таксационных признаков, принятых в качестве входа.

В течение долгого периода специальных таблиц сумм площадей сечений и запасов древостоев не было. Значения этих показателей входили в состав таблиц хода роста. В качестве входов в такие таблицы служили древесная порода, класс бонитета и возраст.

Многолетний опыт показал, что для практических целей конструкция таблиц сумм площадей сечений в зависимости от класса бонитета и возраста достаточно громоздка. Для пользования такими таблицами необходимо установить возраст и высоту древостоя, определить по ним класс бонитета и затем для данного класса бонитета и возраста найти значение площади сечения в соответствующей таблице сумм площадей сечений или в полных таблицах хода роста.

Развивая идеи Вейзе и Герхарда, проф. Н. В. Третьяков [2] произвел анализ зависимости сумм площадей сечений и запасов насаждений от высоты и нашел возможным выразить эту зависимость одним уравнением в пределах древесной породы для всех классов бонитета. Найденные таким образом расчетные значения сумм площадей сечений и запасов для всевозможных значений средней высоты были основой для составления общих для древесной породы таблиц.

На основе переработки таблиц хода роста Герхарда по хвойным породам, Варгасаде-Бедемара и проф. А. В. Тюрина по лиственным, проф. Н. В. Третьяков в 1941 году опубликовал «Таблицы сумм площадей сечений и запасов древостоев при полноте 1,0 на площади 1 га», названные впоследствии стандартными таблицами ЦНИИЛХ. Входами в них явились порода и средняя высота ( $H_{cp}$ ) древостоя.

В основе их построения – положение о том, что в формуле определения запаса –  $M = \sum G \cdot H_{cp} \cdot F_{cp}$  – запас древостоя ( $M$ ) породы есть только функции сумм площадей сечений ( $\sum G$ ) и средних видовых чисел ( $F_{cp}$ ) и при одинаковых средних высотах ( $H_{cp}$ ) имеют тождественные значения, независимо от типа лесорастительных условий (ТЛУ).

Нормативы эти были переработаны в 1963 году В. Б. Козловским и др. на основе накопившихся к тому времени многочисленных таблиц хода роста насаждений с взятием из них наибольших значений сумм площадей сечений и запасов.

Однако результаты исследований проф. П. В. Воропанова [4], проф. М. Л. Дворецкого [5] и др. показали, что при одинаковых средних высотах древостоев высших классов бонитета имеют более высокие запасы, а низших – меньшие, чем это показано в стандартных таблицах ЦНИИЛХ.

Исследования последнего периода (В. В. Загребев, К. Б. Лосицкий, В. С. Чернявский, П. М. Верхунов и др.) позволили сделать важный вывод: сумма площадей сечения древостоев данной породы является функцией не только средней высоты, но и типа лесорастительных условий [2,6]. На основе изучения сосновых лесов выделено несколько лесорастительных зон и в литературных источниках отмечено, что с ухудшением лесорастительных условий при одинаковых средних высотах ( $H_{cp}$ ) сомкнутого древостоя значение суммы площадей сечений ( $\sum G$ ) систематически падает. Кроме того, суммы площадей сечений нормальных древостоев при прочих равных условиях существенно различны для естественного и искусственного происхождения.

А. В. Вагин [1] предложил использовать статистический способ определения значений сумм площадей сечений сомкнутых насаждений непосредственным измерением их значений в таксационных выделах лесного массива:

$$G_{\max} = \sum G_{cp} + 3,0 \cdot \sigma_G \quad (1)$$

Более целесообразно использование для решения задачи следующих математических моделей [2]:

$$\sum g \cdot h = a_0 + a_1 \cdot h; C_{\sum g} = f(H_{cp}); \quad (2)$$

$$\sum G_{\max} = \sum G_{cp} + 2,0 \cdot \left( \frac{\sum g_{cp} \cdot C_{\sum g}}{100} \right), \quad (3)$$

где  $\sum g$  – среднее значение сумм площадей сечений древостоев в пределах групп средних высот по классам бонитета, м<sup>2</sup>;

$h$  – среднее значение высот древостоев в пределах образованных групп, м;

$C_{\sum g}$  – коэффициенты изменчивости сумм площадей сечений древостоев в группах высот, %;

$\sum g_{cp}$  – выравненные значения сумм площадей сечений по классам бонитета и средним высотам, м<sup>2</sup>;

$\sum G_{\max}$  – максимальное значение сумм площадей сечений древостоев на уровне доверительного интервала 0,95 ( $t = 2,0$  – критерий Стьюдента), м<sup>2</sup>.

Исследования показали, что видовая высота древостоев ( $HF$ ) породы как компонент формулы запаса аналогично зависит от ряда природных факторов – средней высоты, коэффициента состава породы в запасе леса, полноты древостоя, класса бонитета насаждения:

$$HF = f(H_{cp}, K, p, B). \quad (4)$$

С учетом изложенного учеными МарГТУ [6] составлены новые стандартные таблицы сумм площадей сечений и запасов насаждений различных пород для лесов Урала. В. В. Загреевым предложены нормативы полнот сосновых насаждений, В. С. Чернявским – по осине, Н. В. Выводцевым – по лиственнице, Н. Я. Саликовым – по березе и др. [5].

В литературе содержатся многочисленные эмпирические таблицы сумм площадей сечений и запасов сомкнутых насаждений различных пород, построенных с неодинаковой точностью, по различным методикам, на разном исходном материале.

В лесоустройстве стандартные таблицы сумм площадей сечения и запаса служат для определения и корректировки запаса древостоев при их натуральной таксации через относительную полноту.

Поэтому стандартные таблицы сумм площадей сечения и запаса должны быть построены лишь с учетом крупных природных факторов: лесорастительного района, средней высоты ( $H_{cp}$ ), класса бонитета и происхождения древостоя.

В качестве же критерия биологической продуктивности леса следует применять местные таблицы хода роста сомкнутых насаждений или же региональные стандартные таблицы сумм площадей сечений и запасов древостоев.

**Цель работы.** Исследовать закономерности изменения сумм площадей сечений и запасов древостоев сосны искусственного происхождения и разработать стандартные таблицы сумм площадей сечений видовых высот и запасов.

**Объект исследований.** Объектом исследования явились искусственные древостои сосны, произрастающие в типе леса майниково-брусничном в северо-восточной части Республики Марий Эл.

**Экспериментальный материал.** Пробные площади в количестве 10 штук были заложены на территории Сернурского и Бушковского лесничеств Республики Марий Эл в условиях произрастания сосны обыкновенной искусственного происхождения. Закладка пробных площадей произведена согласно ОСТ-56-69-83 «Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки». На каждой пробной площади исследовалось 20–25 учетных деревьев.

Таксационная характеристика древостоев пробных площадей приведена в табл. 1.

Исходные данные по пробным площадям обрабатывались на ПК с использованием программы «Proba 2005» (МарГТУ).

Эффективность пакета прикладных программ «Proba 2005» заключается в комплексном подходе к обработке, хранению и накоплению входной и расчетной информации в базах данных [8]. Параллельная статистическая обработка по таксационным показателям и учетным деревьям позволяет в диалоговом режиме оценить исходные данные на точность и изменчивость, а также выявить закон распределения случайной величины.

После проверки и корректировки информации по пробной площади выполняется расчет в программе «Proba 2005».

Т а б л и ц а 1

**Таксационные показатели пробных площадей древостоев сосны  
искусственного происхождения северо-восточной части Республики Марий Эл**

| № ПП | Возраст, лет | Диаметр, см | Высота, м | Запас, м <sup>3</sup> | Сумма G, м <sup>2</sup> /га | Густота, шт/га | Индекс класса бонитета, ед | Коэффициент состава, % |
|------|--------------|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|------------------------|
| 1    | 62           | 23,4        | 26,6      | 385,0                 | 26,3                        | 612            | 35,1                       | 100                    |
| 2    | 64           | 25,0        | 26,3      | 256,5                 | 20,1                        | 408            | 36,2                       | 100                    |
| 3    | 66           | 26,2        | 27,7      | 351,9                 | 28,0                        | 517            | 35,3                       | 100                    |
| 4    | 72           | 30,9        | 26,6      | 438,7                 | 35,9                        | 480            | 33,9                       | 100                    |
| 5    | 86           | 36,5        | 33,1      | 692,1                 | 46,5                        | 445            | 36,9                       | 100                    |
| 6    | 93           | 43,2        | 32,7      | 474,9                 | 33,6                        | 229            | 36,8                       | 100                    |
| 7    | 109          | 38,4        | 31,6      | 411,5                 | 28,9                        | 250            | 33,0                       | 100                    |
| 8    | 65           | 32,6        | 30,3      | 452,2                 | 32,6                        | 391            | 37,1                       | 100                    |
| 9    | 66           | 30,9        | 26,5      | 529,4                 | 43,5                        | 582            | 38,5                       | 100                    |
| 10   | 71           | 29,0        | 29,0      | 613,3                 | 48,0                        | 728            | 36,5                       | 100                    |

**Результаты исследований.** Для полного анализа таблиц сумм площадей сечений и запасов древостоев сосны искусственного происхождения использовался математический подход. По экспериментальным материалам были подобраны 11 множественных уравнений. В качестве аргументов в моделях были приняты показатели: высота, диаметр, возраст, густота, индекс класса бонитета.

Математические модели, характеризующие суммы площадей сечений, приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

**Математические модели сумм площадей сечений сосняков искусственного происхождения**

| № п/п | Аргументы  | Вид уравнения  | Коэфф. корреляции |
|-------|--|--|-------------------|
| 1     | Высота, общая густота, индекс бонитета                   | $G_1 = -107,24 + 2,62 \cdot H + 0,05 \cdot N + 1,21 \cdot I_{bon}$                             | 0,812             |
| 2     | Диаметр, высота, общая густота, индекс бонитета          | $G_2 = -78,19 + 1,67 \cdot d + 0,16 \cdot H + 0,07 \cdot N + 0,61 \cdot I_{bon}$               | 0,955             |
| 3     | Высота, индекс бонитета                                  | $G_3 = -82,81 + 1,01 \cdot H + 2,45 \cdot I_{bon}$   | 0,534             |
| 4     | Высота, возраст  | $G_4 = -7,05 + 1,94 \cdot H - 0,19 \cdot A$  | 0,381             |
| 5     | Диаметр, высота, индекс бонитета                         | $G_5 = -76,02 + 0,27 \cdot d + 0,47 \cdot H + 2,45 \cdot I_{bon}$                              | 0,543             |
| 6     | Диаметр, высота  | $G_6 = 10,01 + 0,26 \cdot d + 0,56 \cdot H$  | 0,326             |
| 7     | Диаметр, общая густота, индекс бонитета                  | $G_7 = -75,64 + 1,73 \cdot d + 0,07 \cdot N + 0,61 \cdot I_{bon}$                              | 0,955             |
| 8     | Диаметр, высота, общая густота, индекс бонитета, возраст | $G_8 = -73,43 + 1,73 \cdot d + 0,2 \cdot H + 0,07 \cdot N + 0,46 \cdot I_{bon} - 0,04 \cdot A$ | 0,955             |
| 9     | Диаметр, высота, возраст                                 | $G_9 = 6,57 + 0,82 \cdot d + 0,95 \cdot H - 0,34 \cdot A$                                      | 0,453             |
| 10    | Общая густота, возраст                                   | $G_{10} = -21,84 + 0,05 \cdot N + 0,42 \cdot A$  | 0,657             |
| 11    | Высота   | $G_{11} = 48 \cdot \left( 1 - \exp \left( -0,036052 \cdot H \right) \right)^{0,700473}$        | 0,571             |

Табулированные значения сумм площадей сечений ( $\Sigma G_i$ ) по рассмотренным моделям в зависимости от конкретных значений аргументов (табл. 2) представлены в виде таблицы (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

## Расчетные значения сумм площадей сечений по математическим моделям

| A   | H    | G <sub>1</sub> | G <sub>2</sub> | G <sub>3</sub> | G <sub>4</sub> | G <sub>5</sub> | G <sub>6</sub> | G <sub>7</sub> | G <sub>8</sub> | G <sub>9</sub> | G <sub>10</sub> | G <sub>11</sub> |
|-----|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 10  | 6,6  | 339,26         | 540,85         | 7,04           | 3,78           | 11,76          | 14,88          | 543,76         | 541,96         | 13,20          | 415,45          | 16,18           |
| 20  | 14,4 | 112,86         | 175,49         | 15,87          | 16,93          | 17,86          | 20,62          | 176,82         | 176,09         | 21,64          | 143,58          | 25,48           |
| 30  | 18,9 | 61,84          | 89,13          | 20,64          | 23,67          | 21,60          | 24,44          | 89,88          | 89,67          | 26,69          | 77,53           | 29,29           |
| 40  | 22,1 | 43,52          | 57,06          | 23,86          | 27,90          | 24,40          | 27,46          | 57,52          | 57,60          | 30,24          | 51,93           | 31,55           |
| 50  | 24,6 | 35,99          | 42,94          | 26,62          | 30,77          | 26,96          | 29,93          | 43,22          | 43,43          | 32,65          | 40,28           | 33,09           |
| 60  | 26,9 | 31,23          | 31,26          | 25,26          | 33,24          | 24,76          | 31,60          | 31,25          | 31,79          | 32,65          | 34,48           | 32,04           |
| 70  | 28,5 | 30,17          | 30,75          | 27,12          | 34,36          | 26,95          | 33,62          | 30,73          | 31,23          | 34,35          | 32,69           | 33,95           |
| 80  | 30   | 30,43          | 30,59          | 29,60          | 35,29          | 29,56          | 35,34          | 30,54          | 30,92          | 35,15          | 32,26           | 35,59           |
| 90  | 31,2 | 30,85          | 32,23          | 31,30          | 35,63          | 31,56          | 36,91          | 32,19          | 32,42          | 35,74          | 33,15           | 36,80           |
| 100 | 32,4 | 32,69          | 34,87          | 33,97          | 35,98          | 34,44          | 38,37          | 34,82          | 34,86          | 36,00          | 35,10           | 37,92           |
| 110 | 33,6 | 34,84          | 37,03          | 36,90          | 36,32          | 37,42          | 39,71          | 36,95          | 36,76          | 35,85          | 37,25           | 38,96           |

В результате анализа было выявлено, что множественные линейные уравнения (№1, 2, 7 и 8 табл. 2, 3) не дают корректные результаты для прогнозирования сумм площадей сечений на всем интервале изменения высот древостоев объекта исследований. Значительные отклонения результатов расчета  $\sum G$  от экспериментальных данных мы получим при возрасте древостоя до 60 лет. Это связано с тем, что ход изменения сумм площадей сечений ( $\sum G$ ) с высотой носит нелинейный характер. Наиболее правильной функцией для описания роста и развития живых систем служит формула Митчерлиха [8]:

$$G_{cp} = a_0 \cdot \left( -\exp \left( -a_1 \cdot H \right) \right) \quad (5)$$

Расчеты показали, что модель Митчерлиха оказалась наиболее адекватна. Определяем  $G_{cp}$  по этому уравнению:

$$G_{cp} = 48 \cdot \left( -\exp \left( -0,036052 \cdot H \right) \right)^{0,700473} \quad (6)$$

Коэффициент изменчивости сумм площадей сечений в среднем равен 19,9%, который и принят для практического использования. Расчет максимальных сумм площадей сечения производится по формуле (3).

В табл. 4 приведены средние и максимальные значения сумм площадей сечений, рассчитанные по системе моделей.

Т а б л и ц а 4

## Значения средних и максимальной величин сумм площадей сечений древостоев сосны искусственного происхождения

| Средние высоты<br><i>H</i> | Суммы площадей сечений |           |
|----------------------------|------------------------|-----------|
|                            | $G_{cp}$               | $G_{max}$ |
| 5                          | 13,58                  | 18,99     |
| 10                         | 20,78                  | 29,05     |
| 15                         | 26,04                  | 36,41     |
| 20                         | 30,10                  | 42,09     |
| 25                         | 33,32                  | 46,59     |
| 30                         | 35,91                  | 50,21     |
| 35                         | 38,02                  | 53,15     |

Видовые высоты рассчитывались по модели  $HV = 0,556 + 0,444 \cdot H$  ( $r = 0,98$ ).

Запас древостоя определялся по формуле  $M = \sum G \cdot HF$ .

Новая стандартная таблица сумм площадей сечений, видовых высот и запасов представлена в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

**Новая стандартная таблица сумм площадей сечений,  
видовых высот и запасов для искусственных древостоев сосны**

| Высота, $H$ | Сумма площадей сечений, $\sum G$ | Видовая высота, $HF$ | Запас на 1 га, $M$ |
|-------------|----------------------------------|----------------------|--------------------|
| 10          | 29,1                             | 5,00                 | 145                |
| 12          | 32,2                             | 5,89                 | 190                |
| 16          | 37,7                             | 7,66                 | 289                |
| 20          | 42,1                             | 9,44                 | 397                |
| 24          | 45,8                             | 11,21                | 513                |
| 28          | 48,9                             | 12,99                | 635                |
| 32          | 51,5                             | 14,77                | 760                |
| 36          | 53,7                             | 16,54                | 888                |
| 40          | 55,6                             | 18,32                | 1018               |

В табл. 6 представлено сравнение сумм площадей сечений и запасов стандартных таблиц и вновь составленных таблиц для древостоев сосны искусственного происхождения.

Т а б л и ц а 6

**Сравнение сумм площадей сечений и запасов стандартных таблиц  
и вновь составленных (порода сосна)**

| Средняя<br>высота,<br>$H$ , м | Сумма площадей<br>сечений на 1 га, м <sup>2</sup> |                  | Запас на 1 га, м <sup>3</sup>                  |                                     | Отклонения                      |                          |                                 |                          |
|-------------------------------|---|------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
|                               | стандарт-<br>ные<br>таблицы                       | новые<br>таблицы | стандарт-<br>ные<br>таблицы,<br>м <sup>3</sup> | новые<br>таблицы,<br>м <sup>3</sup> | $\sum G$                        |                          | $M$                             |                          |
|                               |   |                  |  |                                     | абсолют-<br>ные, м <sup>2</sup> | относи-<br>тельные,<br>% | абсолют-<br>ные, м <sup>3</sup> | относи-<br>тельные,<br>% |
| 10                            | 25,9  | 29,1             | 128  | 145                                 | -3,2                            | -10,9                    | -17                             | -11,8                    |
| 12                            | 28,5  | 32,2             | 166  | 190                                 | -3,7                            | -11,6                    | -24                             | -12,5                    |
| 14                            | 30,6  | 35,1             | 204  | 238                                 | -4,5                            | -12,8                    | -34                             | -14,2                    |
| 16                            | 32,3  | 37,7             | 243  | 289                                 | -5,4                            | -14,2                    | -46                             | -15,8                    |
| 18                            | 33,6  | 40,0             | 281  | 342                                 | -6,4                            | -16,0                    | -61                             | -17,8                    |
| 20                            | 34,7  | 42,1             | 318  | 397                                 | -7,4                            | -17,6                    | -79                             | -19,9                    |
| 22                            | 35,6  | 44,0             | 355  | 454                                 | -8,4                            | -19,1                    | -99                             | -21,9                    |
| 24                            | 36,4  | 45,8             | 391  | 513                                 | -9,4                            | -20,5                    | -122                            | -23,8                    |
| 26                            | 37,0  | 47,4             | 425  | 573                                 | -10,4                           | -21,9                    | -148                            | -25,9                    |
| 28                            | 37,4  | 48,9             | 460  | 635                                 | -11,5                           | -23,4                    | -175                            | -27,5                    |
| 30                            | 37,8  | 50,2             | 493  | 697                                 | -12,4                           | -24,7                    | -204                            | -29,3                    |
| 32                            | 38,1  | 51,5             | 525  | 760                                 | -13,4                           | -26,0                    | -235                            | -30,9                    |
| 34                            | 38,4  | 52,6             | 557  | 824                                 | -14,2                           | -27,0                    | -267                            | -32,4                    |
| 36                            | 38,6  | 53,7             | 588  | 888                                 | -15,1                           | -28,1                    | -300                            | -33,8                    |
| 38                            | 38,8  | 54,6             | 618  | 953                                 | -15,8                           | -29,0                    | -335                            | -35,1                    |
| 40                            | 38,9  | 55,6             | 647  | 1018                                | -16,7                           | -30,0                    | -371                            | -36,4                    |

Значения сумм площадей сечения и запасов на 1 га у вновь составленных таблиц выше, чем у «стандартных». Относительные отклонения в запасах составляют от 11,8 до 36,4 %.

#### **Выводы**

1. Для древостоев сосны искусственного происхождения, произрастающих в условиях северо-восточной части Республики Марий Эл, впервые составлены таблицы сумм площадей сечений, видовых высот и запасов.

2. Сравнение при одинаковых высотах сумм площадей сечений древостоев «стандартных таблиц» и новых выявило наибольшее их значение у новых. Относительные отклонения в запасах составляют от 11,8 до 36,4 %.

3. Повышенные значения запасов в новых стандартных таблицах можно объяснить интенсивным ростом культур и высокой полндревесностью стволов.

#### *Список литературы*

1. Антанайтис, В. В. Современное направление лесоустройства / В. В. Антанайтис. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 280 с.
2. Верхунов, П. М. Таксация леса: учебное пособие / П. М. Верхунов, В. Л. Черных. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 396 с.
3. Верхунов, П. М. Лесотаксационный справочник для лесов Урала (нормативные материалы для Пермской, Челябинской, Свердловской, Курганской областей и Башкирской АССР). Ч. 1 / Гос. ком. СССР по лесу, Мин. лесного хозяйства РСФСР. Мар. Политехн. ин-т им. А. М. Горького; [сост. Верхунов П. М., Попова А. В., Черных В. Л. и др.]. – М., 1991. – 239 с.
4. Воропанов, П. В. Определение текущего древесного прироста / П. В. Воропанов. – Л.: Гослесбумиздат, 1961. – 134 с.
5. Дворецкий, М. Л. Текущий прирост древесины ствола и древостоя / М. Л. Дворецкий. – М.: Лесная промышленность, 1964. – 126 с.
6. Загреев, А. В. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В. В. Загреев, В. И. Сухих, А. З. Швиденко, Н. Н. Гусев, А. Г. Мошкалев. – М.: Колос, 1992. – 495 с.
7. Третьяков, Н. В. Справочник таксатора / Н. В. Третьяков и др. – Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 853 с.
8. Черных, В. Л. Информационные технологии в лесном хозяйстве: учебное пособие / В. Л. Черных, В. В. Сысуев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 377 с.

Статья поступила в редакцию 12.02.09.

*V. L. Chernykh, A.V. Popova, N. G. Kiselyova*

#### **TABLES OF CROSS-SECTION AREA SUMS, FORM HEIGHTS AND STOCK VOLUME FOR ARTIFICIAL PINE OF NORTH-EASTERN PART OF MARI EL**

*Tables of cross-section area sums, form numbers and stock volume for artificial pine growing in the environment of north-eastern part of Mari El are elaborated. A new standard table is developed on the basis of mathematic modeling and Mitcherlikh growth function.*

**Key words:** *form height, stock volume, cross-section area sum, plantation capacity class, variability ratio, growth progress tables, tables of cross-section area sums.*

---

*ЧЕРНЫХ Валерий Леонидович* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой лесной таксации и лесоустройства МарГТУ, заслуженный лесовод Республики Марий Эл. Область научных интересов – лесная таксация, математическое моделирование,

информационные и ГИС-технологии в лесном хозяйстве. Автор более 200 научных работ, автор (соавтор) 16 монографий, лесотаксационных справочников, 5 авторских свидетельств на программное обеспечение.

*ПОПОВА Александра Викторовна* – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства. Область научных интересов – лесная таксация, лесоустройство в лесном хозяйстве. Автор более 90 научных статей, лесотаксационных справочников, учебных пособий, методических указаний.

*КИСЕЛЕВА Наталья Геннадьевна* – аспирант кафедры лесной таксации и лесоустройства МарГТУ. Область научных интересов – лесная таксация, системный анализ и моделирование экосистем. Автор четырех публикаций.