

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ТАКСАЦИОННО-ДЕШИФРОВОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ЦИФРОВЫХ СНИМКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ QUANTUM GIS

Толкач И. В., Бахур О.С. (БГТУ, г.Минск, РБ)
Tolkach I.V., Bakhur O. S. (Belarusian state technological university)

Приведены методы оценки основных таксационно-дешифровочных показателей древостоев по цифровым снимкам с использованием ГИС и исследованы взаимосвязи между таксационными показателями и показателями полога.

A methodic for estimating some main forest stand mensuration and decoding indexes for digital images by using GIS are proposed in the article; the relationship between mensuration characteristics and indicators of forest canopy is investigated.

Ключевые слова: дешифрирование, методы, взаимосвязь
Keywords: decoding, methods, relationship

Введение. В последнее десятилетие в отрасли лесного хозяйства Республики Беларусь интенсивно развиваются и внедряются современные цифровые технологии обработки информации и геоинформационные системы. 22 июля 2012 года был запущен белорусский космический аппарат дистанционного зондирования Земли, который в ближайшем времени обеспечит заинтересованные отрасли Республики Беларусь данными космической съемки. В связи с этим разработка новых методов оценки количественных и качественных показателей лесного фонда, а также его изменений, является актуальной задачей.

Целью работы является исследование взаимосвязей между таксационными показателями и показателями полога в чистых сосновых древостоях на цифровых космических снимках высокого разрешения с использованием специализированного программного обеспечения и ГИС-технологий.

Основная часть. Для дешифрирования аэро и космических снимков широко используются специализированные программные продукты, такие как ENVI, ERDAS IMAGING и другие, предназначенные в основном для пиксель-ориентированной обработки изображений, и практически не освещена возможность использования для измерительного лесотаксационного дешифрирования геоинформационных систем.

С помощью средств ГИС можно в автоматизированном режиме выполнять измерение таких показателей как густота, состав, диаметр крон деревьев, сомкнутость полога, средняя высота древостоя. Для этой цели пригодны практически любая геоинформационная система, позволяющая работать с растровой графикой и имеющая стандартные средства измерений длин линий и площадей, например Quantum GIS Wroclaw версия (1.7.3).

На цифровых аэро- и космических снимках высокого пространственного разрешения на изображении полога древостоя достаточно хорошо выделяются кроны отдельных деревьев, что позволяет выполнить автоматизированную оценку состава и густоты древостоя, размеров крон, сомкнутости, а на их основе с использованием регрессионных моделей взаимосвязей дешифровочных и

таксационных показателей, закономерностей строения и роста – запаса древостоя.

Объекты исследования. В качестве объектов исследования послужили сосновые насаждения I и I^a классов бонитета, в которых была проведена закладка круговых пробных площадей (КПП) в таксационно-дешифровочных выделах (ТДВ) с использованием GPS-приемника. Для выполнения измерительного дешифрирования использовались цифровые цветные космические снимки 2007 года, сделанные с космического спутника Quickbird, с разрешением 0,6 м, выполненные в зеленом, красном и инфракрасном диапазонах (GRNIR).

Таксационная характеристика насаждений на ТДВ устанавливалась по данным выборочной таксации на КПП постоянного радиуса. Их величина и количество зависела от полноты и среднего диаметра древостоя.

При таксации древостоев на КПП применялась систематическая выборка. С помощью GPS-навигатора Garmin 60С определялись координаты центров КПП. Границы КПП отводились с помощью *ультразвукового высотомера-дальномера VERTEX IV*. В пределах КПП выполнялся сплошной пере-чет деревьев с измерением диаметров в двух направлениях (СЮ, ЗВ). При сплошном пере-чете по участию крон в формировании полога дерева делились на свободные, частично закрытые и закрытые деревья.

У ближайших к центру 5 учетных деревьев измерялась высота дерева, высота до наибольшего диаметра кроны и высота окончания кроны. Диаметр крон измерялся в двух взаимоперпендикулярных направлениях (1- наибольший диаметр крон, 2- перпендикулярно к нему), также описывалась густота и форма крон (по классификации Г. Г. Самойловича). Сомкнутость полога древостоя при натурной таксации насаждения измерялась линейным методом.

Методика измерений. При дешифрировании сосновых насаждений на космических снимках использовались измерительные методы, разработанные для цифровых снимков с использованием специализированного программного обеспечения и геоинформационных систем (ENVI и Quantum Gis).

Определение густоты древостоя. При определении густоты и состава насаждений использовались площадной объект с известной площадью или линейные объекты, формирующие сетку квадратов. В зависимости от текущего масштаба изображения площадь подбирается таким образом, чтобы на ней разместилось не менее 30 видимых крон деревьев, и подсчитывают их количество по породам. Полученные результаты редуцируются на один гектар.

Густоту древостоя определялась по среднему расстоянию между деревьями. Для этого в нескольких местах выдела измеряются расстояния между расположенными вблизи деревьями и вычисляется среднее, по которому рассчитывается (1) густота.

$$N = 10000 / l^2 \quad (1)$$

где: N – количество деревьев (шт./га), l – среднее расстояние между ними (м).

Определение сомкнутости полога. Для определения сомкнутости полога древостоя использовались точечный и линейный методы. При точечном способе в ГИС формируется точечный слой с систематическим расположением

точек. Затем производится подсчет точек, попадающих на кроны, края крон и общее количество точек на выделе. Отношение суммы точек, попавших на кроны, и половины попавших на края крон к общему количеству точек на выделе дает сомкнутость полога. Сомкнутость полога древостоя может быть измерена также линейным методом. Для этого необходимо провести несколько параллельных прямых линий в пределах дешифрируемого таксационного участка, затем вдоль линий измерить длины отрезков, приходящиеся на изображения крон, и общую длину линии.

Измерение расстояний между деревьями, диаметров крон деревьев в ГИС выполняется стандартными средствами измерения длин линий. Для вычисления площадей проекции кроны отдельного дерева необходимо создать полигональный объект и вычислить его площадь, использовались также методы классификации.

Результаты измерений. Для обработки данных использовались методы регрессионного анализа в программе «Statgraphics» и составлялись модели взаимосвязи между диаметром дерева, средним диаметром древостоя и другими таксационными показателями для I и Ia классов бонитета. Анализ между таксационными показателями древостоя и его полога был выполнен вначале отдельно для I и Ia классов бонитета. Различия между полученными уравнениями оказались не значимыми, поэтому данные были объединены в единую совокупность.

На рисунке графически представлена модель взаимосвязи между полнотой древостоя и сомкнутостью полога в сосновых насаждениях по уравнению 2.

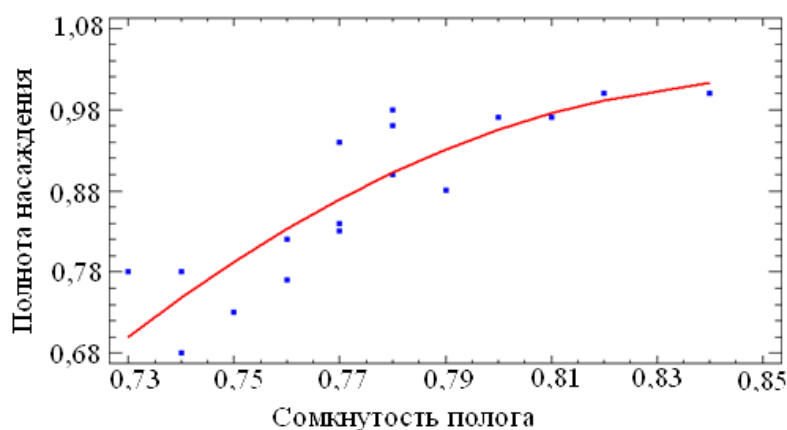


Рисунок – График взаимосвязи между полнотой древостоя и сомкнутостью полога в сосновых насаждениях на пробных площадях

Уравнение, характеризующее связь между полнотой древостоя и сомкнутостью полога в сосновых насаждениях:

$$P = - 13,5834 + 34,101 C_n - 19,9105 C_n^2 \quad (2)$$

Коэффициент корреляции составляет $- 0,875$, коэффициент детерминации (R^2) – $76,6\%$, средняя квадратическая ошибка уравнения (S_y) – $0,039$, F-критерий Фишера (F) – $59,06$. Пределы действия уравнения по сомкнутости $0,70 < C_n < 0,85$.

Было выполнено исследование взаимосвязи между диаметром ствола дерева и таксационными показателями древостоя такими как: высота дерева,

средняя высота древостоя, возраст, диаметр крон, густота, сомкнутость, сумма площадей сечения и др. Последовательно исключая не значимые по t-критерию Стьюдента, получили следующее уравнение множественной регрессии:

$$d_m = 3,74950 d_{кр} + 0,70263 h - 0,00604 N \quad (3)$$

где d_m – диаметр дерева, см; h – высота дерева, м; $d_{кр}$ – диаметр крон, м; N – густота древостоя, шт/га.

Таблица 1 – Значение t-критерия Стьюдента независимых переменных для расчета диаметра дерева

Параметры	$d_{кр}$	h	N
t-критерий Стьюдента	16,7699	15,8916	-7,37411

Коэффициент детерминации (R^2) составляет 98,59 %; средняя квадратическая ошибка уравнения (S_y) – 2,9171, F-критерий Фишера (F) – 6492,09.

При исследовании взаимосвязи между средним диаметром насаждения с показателями полога древостоя, лучшие результаты показала функция:

$$D_{ср} = -6,52007 D_{кр ср} + 0,923253 D_{кр ср}^2 + 5,29728 L_{дер} + 27,3359 C_n^2 \quad (5)$$

где $D_{ср}$ – средний диаметр насаждения, см; $D_{кр ср}$ – средний диаметр крон полога насаждения, м; $L_{дер}$ – среднее расстояние между деревьями, м; C_n – сомкнутость полога насаждения.

Таблица 2 – Значение t-критерия Стьюдента независимых переменных для расчета среднего диаметра

Параметры	$D_{кр ср}$	$D_{кр ср}^2$	$L_{дер}$	C_n^2
t-критерий Стьюдента	-18,0861	17,8456	46,5218	24,4315

Коэффициент детерминации (R^2) составляет 99,90 %; средняя квадратическая ошибка уравнения (S_y) – 0,7619, F-критерий Фишера (F) – 68624,21.

Заключение. Современные географические информационные системы имеют встроенные средства масштабирования, измерений линий и площадей, автоматизации процесса вычислений, что позволяет выполнять измерительное лесотаксационное дешифрирование древостоев на цифровых снимках. Можно рекомендовать использовать для оценки густоты – площадной способ или по среднему расстоянию между деревьями, сомкнутости полога – линейный или точечный способы.

Результаты исследований подтверждают выводы других авторов о существовании тесных взаимосвязей между таксационными показателями древостоя и его полога. Существует тесная связь между полнотой насаждения и сомкнутостью полога, на что указывает высокий коэффициент корреляции (0,875). Наиболее тесная связь наблюдается между диаметрами отдельных деревьев, диаметром крон, высотой и густотой, что подтверждает высокий коэффициент детерминации (98,59 %), а также между средним диаметром насаждения, средним диаметром крон, средним расстоянием между деревьями и сомкнутостью полога (коэффициент детерминации составляет 99,90 %).