

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЧИСТЫХ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

Бахур О.С., Толкач И.В.

*УО «Белорусский государственный технологический университет»
(г. Минск, Беларусь)*

Описана методология выполнения работ по определению дешифровочных показателей древостоя и приведены результаты анализа взаимосвязей между данными, полученными при наземной таксации и измерительном дешифрировании цифровых снимков. Анализ результатов исследования взаимосвязей между таксационными и дешифровочными показателями древостоя позволяет сделать вывод, что существует тесная связь между ними. Разработана методика обработки данных измерительного дешифрирования чистых сосновых древостоев Iа-II классов бонитета. Данная методика подразумевает выполнение измерительного дешифрирования чистых сосновых древостоев на цифровых снимках с вычислением основных таксационных показателей древостоя с помощью регрессионных уравнений взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы возможности распознавания наземных объектов с помощью воздушных и космических средств резко возросли. Особое развитие получили методы лазерной и цифровой аэро- и космической съемки. Эти методы являются перспективным направлением дистанционного мониторинга и дешифрирования лесных земель [1]. Современные достижения космической техники и съемочной аппаратуры дали возможность проводить анализ, картографировать, изучать и оценивать территории различных площадей.

Исследованиями в области использования материалов аэро- и космических снимков для целей лесного хозяйства занимались такие ученые как Б.В. Виноградов, И.М. Данилин, И.А. Лабутина, В.Н. Седых, В.И. Сухих и др.

Применение современных цифровых технологий обработки изображений открывают новые возможности в измерительном дешифрировании материалов дистанционного зондирования и обеспечивают достаточно надежное измерение изобразившихся на снимках морфологических показателей отдельных деревьев и полога древостоя [2].

Существующие цифровые технологии и геоинформационные системы позволяют использовать значительные объемы информации в виде растровых, векторных и атрибутивных данных, а также выполнить все необходимые для исследований операции: ввод, коррекцию, хранение, обработку, анализ, моделирование и вывод.

При определении таксационных показателей древостоя методами измерительного дешифрирования аэро- и космических снимков можно получить лишь часть их, характеризующую его полог. Поэтому одним из главных вопросов лесохозяйственного дешифрирования является вопрос изучения взаи-

мозависимостей между таксационными и дешифровочными показателями: связи между размерами крон, видимыми на снимках, и другими таксационными показателями, невидимыми на них, например диаметрами ствола на высоте груди. Исследования проводились по установлению зависимостей не только между диаметрами крон и диаметрами на высоте груди, а также другими таксационными показателями древостоя [3]. В древостое существуют не только парные, но и множественные зависимости между таксационно-дешифровочными показателями, например, между диаметром на высоте груди, высотой и полнотой – $d = f(H, P)$ или диаметром на высоте груди, высотой, диаметром крон, сомкнутостью и классом бонитета – $d = f(H, D_k, P_s, \text{кл. бонитета})$, которые моделируются с помощью различных корреляционных уравнений или выражаются в виде графиков, номограмм, таблиц [4].

Использование лесотаксационного дешифрирования в лесном хозяйстве и выявления закономерностей и взаимосвязей между таксационными и дешифровочными показателями древостоев занимались многие ученые: В.Ф. Багинский, С.В. Белов, А.М. Березин, Е.С. Демидов, П.В. Ефимов, А.Я. Жуков, Д.М. Киреев, А.Е. Колосова, А.В. Любимов, Т.Б. Товянскас, В.И. Сухих, И.А. Трунов, Н.Г. Харин и др.

Целью работы является разработать методику обработки данных измерительного дешифрирования чистых сосновых древостоев Ia-II классов бонитета для повышения качества обработки и ускорения процесса получения основных таксационных характеристик древостоя с помощью современных технологий.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования выбраны таксационно-дешифровочные выделы в чистых сосновых древостоях Ia-II классов бонитета. Для выполнения измерительного дешифрирования использовались цифровые цветные аэро- и космические снимки высокого пространственного разрешения.

Таксационная характеристика сосновых древостоев на таксационно-дешифровочной выделу устанавливалась по данным выборочной перечислительной таксации на круговых пробных площадках постоянного радиуса. Их площадь в разных выделах принималась от 300 м² до 600 м² в зависимости от полноты и среднего диаметра древостоя. Число круговых площадок обеспечивало общий объем выборки на выделе; в среднем закладывалось 3-5 площадок в зависимости от их выбранного радиуса и площади выдела. С помощью GPS-навигатора Garmin 60C определялись координаты центров КПП (рисунок 1).

Далее проводилась измерительная таксация древостоя на круговой пробной площади и заполнялась карточка. Определялись следующие показатели и характеристики древесного полога:

- диаметр и высота деревьев;
- диаметр кроны в двух взаимно-перпендикулярных направлениях;
- высота до наибольшего диаметра кроны;

- высота окончания кроны;
- длина кроны;
- форма кроны;
- густота кроны;
- сомкнутость полога;
- особенности условий мест произрастания и мест размещения.



Рисунок 1 – Центр круговой пробной площади

В пределах КПП выполнялся сплошной пересчет деревьев с измерением диаметров в двух направлениях с точностью 0,1 см металлической мерной вилкой с делением 1 мм. Деревья подразделялись на деловые и дровяные. По участию крон в формировании полога деревья делились на свободно стоящие (кроны свободно размещены в пологе, не затенены, не перекрываются), частично закрытые деревья (часть крон затенена или частично размещена под кроной других деревьев) и закрытые деревья (кроны полностью затенены или находятся под кронами других деревьев).

У ближайших 5 к центру учетных деревьев измерялись основные таксационно-дешифровочные показатели: высота дерева, высота до наибольшего диаметра кроны и высота окончания кроны, диаметр крон определялся в двух взаимно-перпендикулярных направлениях (1 – наибольший диаметр крон, 2 – перпендикулярно к нему), густота и форма кроны (по классификации Г.Г. Самойловича) [3].

По густоте, в зависимости от общей доли просветов между ветвями кроны подразделялись на три категории (густые, средней густоты и редкие кроны).

Выделяли горизонтальную и вертикальную форму проекций крон. Горизонтальная форма получалась путем проецирования контура кроны на горизонтальную, а вертикальная – на вертикальную плоскости, установленные перпендикулярно проецирующим лучам. Классификация форм горизонтальных и вертикальных проекций крон выполнялась по классификации предложенной Г.Г. Самойловичем.

Сомкнутость полога определялась по отношению длины крон деревьев к длине с промежуткам между ними. Для определения сомкнутости полога древостоя на пробной площади: применялся линейный способ. Равномерно

по пробной площади закладывались параллельные линии, общая длина которых составляла не менее 200 м и измерялась протяженность проекций крон.

Все данные таксации на КПП заносились в ведомость.

При дешифрировании сосновых древостоев на аэро- и космических снимках использовались измерительные методы, разработанные для цифровых снимков с использованием специализированного программного обеспечения и геоинформационных систем (Photomod, ENVI и Quantum Gis) [5, 6].

При дешифрировании на цифровых снимках определялись следующие показатели: густота древостоя, сомкнутость полога, диаметр крон, расстояние между деревьями. Вычисление среднего диаметра крон древостоя выполнялось с помощью встроенных средств геоинформационной системы для измерений линий. Сомкнутости полога древостоя на цифровых снимках вычислялась линейным методом. Для расчета среднего расстояния между деревьями выбиралось центральное дерево, от которого проводились линии до 5 ближайших деревьев. При определении густоты насаждений в ГИС использовался метод, основанный на подсчете числа видимых в пологе крон древесных пород на единицу площади [6].

На примере измерения сомкнутости полога соснового древостоя в ГИС Quantum GIS на рисунке 2 показаны атрибутивные данные, полученные при измерительном дешифрировании.

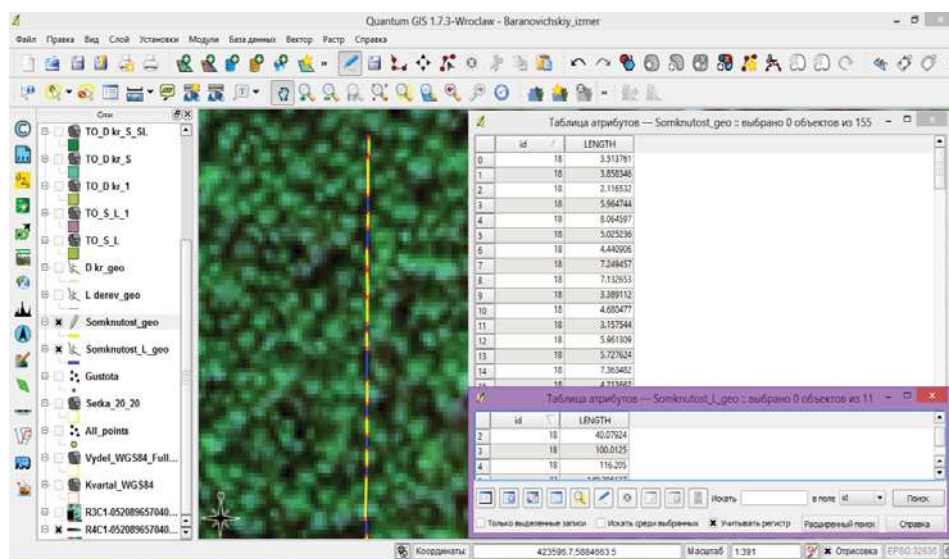


Рисунок 2 – Измерение сомкнутости полога древостоя на цифровом космическом снимке

Для достижения поставленной цели была создана база данных (БД) на основе Microsoft Access, структура которой представлена в виде взаимосвязанных таблиц (рисунок 3). База данных содержит информацию, полученную при натурной таксации чистых сосновых древостоев Ia-II классов бонитета на 56 таксационно-дешифровочных выделах (ТДВ), в которых были заложены круговые пробные площадки и информацию, полученную при измерительном дешифрировании этих древостоев на цифровых сним-

как с помощью геоинформационной системы Quantum Gis. С помощью системы запросов, алгоритмов и уравнений таксационная характеристика чистых сосновых древостоев обрабатывалась и сформировывалась общая таблица данных по выделам.

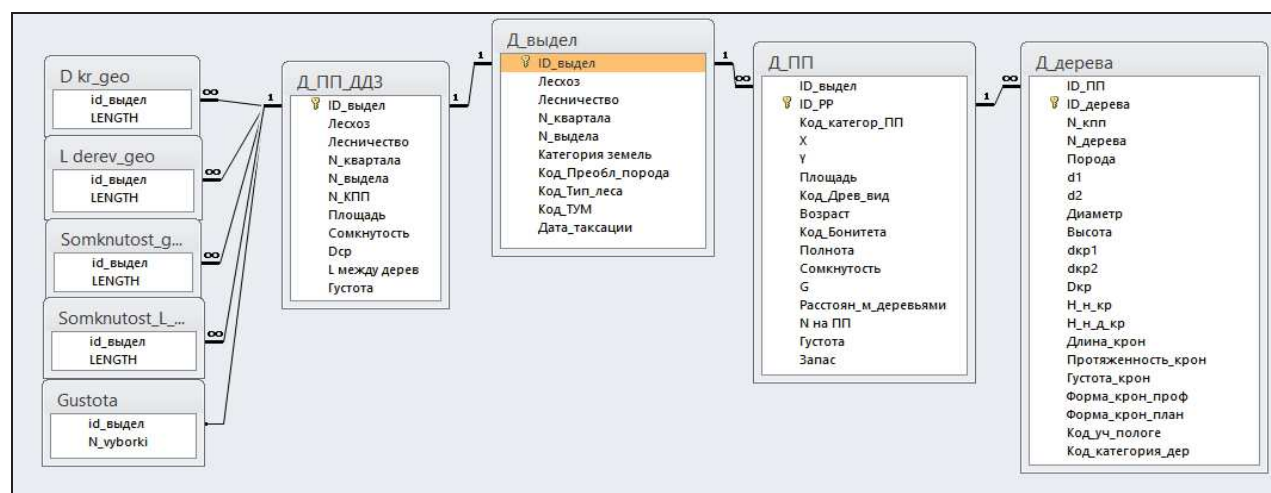


Рисунок 3 – Структурная схема обработки данных измерительного дешифрирования и натурной таксации чистых сосновых древостоев Ia-II классов бонитета

В базе данных сведения, полученные при натурной таксации древостоя и измерительном дешифрировании, сохранялись в отдельные таблицы. При работе с данными из нескольких таблиц устанавливались связи между ними через ID выдела. Создавались запросы для поиска и отбора данных, а также для выполнения специальных вычислений. Структурирование полученной информации на ТДВ позволяет производить ее анализ, обработку и сопоставление: делать запросы о таксационной характеристике древостоев, выполнять необходимые выборки, сортировки, производить математические и статистические операции, рассчитывать таксационные характеристики древостоя при измерительном дешифрировании путем вычисления их с помощью регрессионных уравнений связи, вычисление отклонений и производить оценку точности дешифрирования.

Использовались математико-статистические методы для обработки данных. Расчет средних показателей таксационных и дешифровочных показателей на каждом ТДВ производился автоматически с помощью системы запросов в БД (рисунок 4).

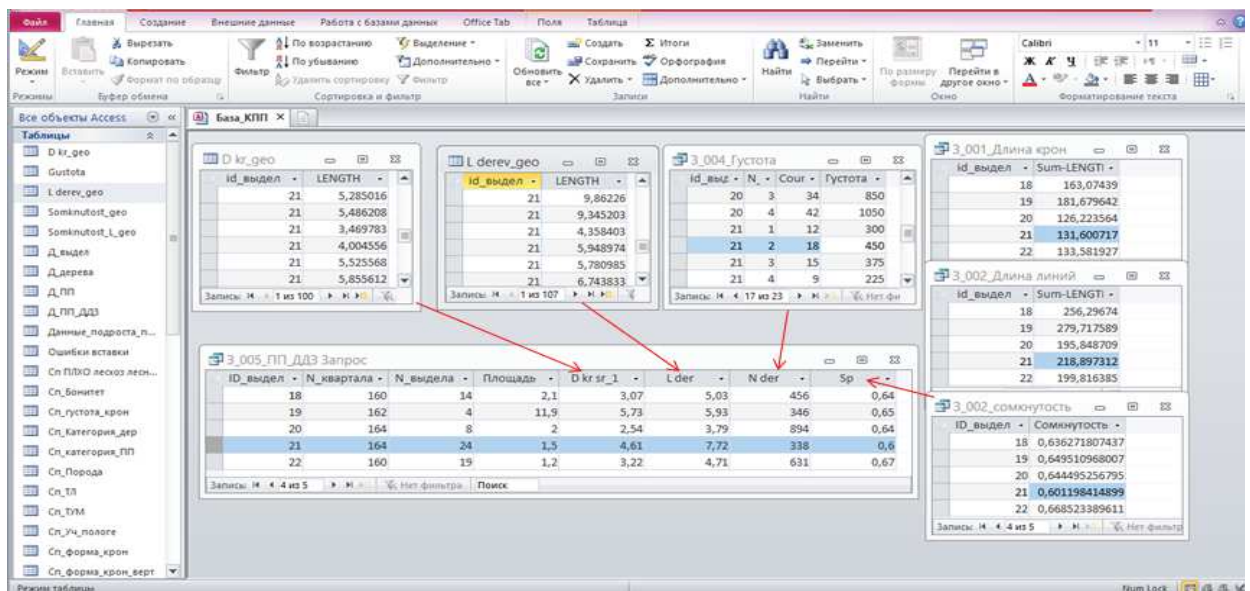


Рисунок 4 – Обработка данных измерительного дешифрирования сосновых древостоев с использованием Microsoft Access

По материалам всех ТДВ устанавливались корреляционные зависимости между таксационными и дешифровочными показателями чистых сосновых древостоев Ia-II классов бонитета. По данным измерительного дешифрирования производился расчет таксационных показателей по регрессионным уравнениям взаимосвязи.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Методика обработки данных подразумевает выполнение измерительного дешифрирования чистых сосновых древостоев на цифровых снимках с вычислением основных таксационных показателей древостоя с помощью регрессионных уравнений взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями.

По полученным данным при помощи анализа параметров множественной регрессии составлялись модели взаимосвязи между дешифровочными и таксационными показателями для Ia-II классов бонитета. Анализ между таксационными показателями древостоя и его полога был выполнен вначале отдельно для классов бонитета. Различия между полученными уравнениями оказались не значимыми, поэтому на последующих этапах данные были объединены в единую совокупность.

Исходными данными для расчета таксационных показателей древостоя являются средний диаметр крон, расстояние между деревьями, сомкнутость полога и густота древостоя. По регрессионным моделям связи рассчитывается средний диаметр древостоя по классам бонитета, функция расчета представлена формулой 1:

$$D = f(D_k, l, P_s), \quad (1)$$

где D_k – средний диаметр крон, см;
 l – среднее расстояние между деревьями, м;
 P_s – относительная полнота древостоя.

Средняя высота древостоя вычисляется путем измерения ее на цифровых снимках с помощью ГИС или в стереорежиме при использовании ЦФС Photomod. Если среднюю высоту древостоя невозможно измерить, то она рассчитывается по регрессионным моделям связи (формула 2):

$$H = f(D, N, P), \quad (2)$$

где D – средний диаметр древостоя, см;
 N – густота древостоя, шт.

Далее производятся вычисления относительной полноты древостоя по регрессионной модели связи с средним диаметром крон, сомкнутостью полога и средним расстоянием между деревьями (формула 3):

$$P = f(P_s, D_k, l) \quad (3)$$

Сумма площадей сечения древостоя рассчитывается по регрессионной модели в зависимости от среднего диаметра кроны древостоя, средней высоты и сомкнутости полога (формула 4):

$$G = f(D, H, l, P), \quad (4)$$

где H – средняя высота древостоя, м.

Запас древостоя вычисляется по регрессионной модели связи между средним диаметром крон древостоя, средней высотой, сомкнутостью полога и запасом (формула 5):

$$M = f(H, D_k, P_s) \quad (5)$$

Структурная схема системы обработки данных измерительного дешифрирования представлена на рисунке 5, она включает все вышеперечисленные действия с получением в конечном итоге сводную таксационную характеристику древостоев.

Для оценки точности измерительного дешифрирования с помощью системы запросов и формирования отчета выполнялся сравнительный анализ данных, полученных при натурной таксации чистых сосновых древостоев Iа-II классов бонитета и на снимке в пределах таксационно-дешифровочных выделов.

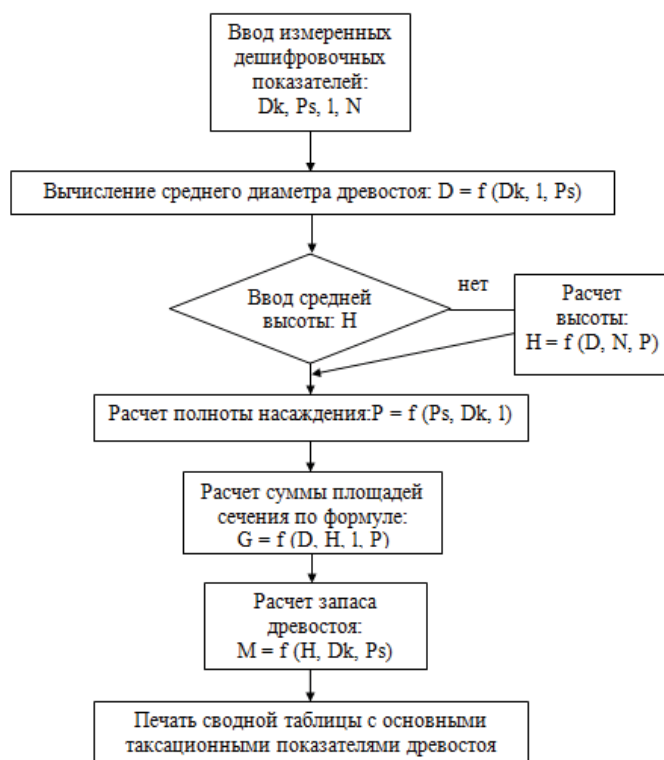


Рисунок 5 – Блок-схема алгоритма расчета основных таксационно-дешифровочных показателей древостоя

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная методика обработки данных измерительного дешифрирования чистых сосновых древостоев Ia-II классов бонитета позволяет получить необходимую информацию по средствам выполнения измерительного дешифрирования древостоев на цифровых снимках с использованием ГИС-технологий. Данная методика ускоряет процесс и повышает качество обработки данных.

Расчет таксационно-дешифровочных показателей чистых сосновых древостоев Ia-II классов бонитета в БД производится путем использования регрессионных уравнений связи между ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилин И.М. Лазерная локация и цифровая аэросъемка - подспутниковый компонент в системе информационного обеспечения инвентаризации, мониторинга и кадастра лесных земель/ И.М. Данилин, А.И.Данилин, Д.А Свищев // Вестник СибГАУ. 2010. Вып. 3 (29). С. 55-59.
2. Данилин И.М. Технология мониторинга и инвентаризации лесных ресурсов на основе лазерной локации, цифровой аэрофотосъемки и спутникового геопозиционирования / И.М. Данилин, Е.М. Медведев // Журнал СФУ. Серия «Техника и технологии». 2011. Т. 4. № 3. - С. 326-336.

3. Самойлович Г.Г. Применение аэрофотосъемки и авиации в лесном хозяйстве / Г.Г. Самойлович. – 2-е изд. – М.: Лесная пром-сть, 1964. – 486 с.

4. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: учебник / В.И. Сухих. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 392 с.

5. Толкач И. В. Методы оценки основных таксационно-дешифровочных показателей на цифровых снимках / И.В. Толкач // Труды БГТУ. – 2012.– №1: Лесное хоз-во. – С. 63-65.

6. Толкач И.В. Измерение основных таксационно-дешифровочных показателей древостоя с использованием цифровой фотограмметрической станции Photomod Lite 5.0 / И.В. Толкач, О.С. Бахур // Труды БГТУ. – 2012.– № 1: Лесное хоз-во. – С. 66-68.

THE DATA PROCESSING TECHNIQUE OF MEASURING DESIPHERING OF PURE PINE FOREST STANDS

Bakhur O.S., Tolkach I.V.

Methodology for examination of the interpretive characteristics of pure pine stand is described and the results of the analysis of the relationships between the data obtained from ground-based inventory and measuring interpretation of digital images. Analysis of the results of the research the relationship between mensuration and interpretive characteristics of stand leads to the conclusion that there is a close connection between them. The data processing method of measuring interpretation of pure pine stands of Ia-II yield class was developed. This method involves the performance measurement interpretation of pure pine stands on digital images with the calculation of basic forest indices stand by using regression equations of relationship between mensuration and interpretive characteristics of stand.

Статья поступила в редколлегию 25.03.2015 г.



УДК 630*5(477.86)

ОСОБЕННОСТИ ТАКСАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСОВ НПП «ПРИПЯТЬ-СТОХОД» В ПРЕДЕЛАХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН

Лакида П.И., Мельник А.Н.
*Национальный университет биоресурсов
и природопользования Украины
(г. Киев, Украина)*

В представленной статье обобщены результаты анализа таксационной структуры лесов национального природного парка «Припять-Стоход» в пределах функциональных зон, как основы оценки их биопродуктивности. Установлены особенности распростране-