

УДК 630*587

О. С. Бахур, И. В. Толкач

Белорусский государственный технологический университет

**СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ
ЧИСТЫХ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ IA–II КЛАССОВ БОНИТЕТА**

Разработана система обработки данных измерительного дешифрирования чистых сосновых древостоев Ia–II классов бонитета. Создана база данных для обеспечения полноты и сохранности информации, удобства хранения и поиска необходимых данных, а также автоматизированной обработки и расчета таксационно-дешифровочных показателей чистых сосновых древостоев Ia–II классов бонитета. Анализ данных проводился на 56 таксационно-дешифровочных выделах, материал собран при натурной таксации древостоев и измерительном дешифрировании на цифровых снимках с использованием ГИС-технологий. Проводилось структурирование полученной информации, что значительно облегчает ее анализ и обработку, т. е. легче делать запросы, выборки, производить математические и статистические операции.

Описана методика 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. Данная система 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.

Ключевые слова: измерительное дешифрирование, система, структурная информация, автоматизация, чистые сосновые древостои, обработка данных.

O. S. Bakhur, I. V. Tolkach

Belarusian State Technological University

**THE DATA PROCESSING SYSTEM OF MEASURING
INTERPRETATION OF PURE PINE STANDS OF IA–II YIELD CLASSES**

The data processing system of measuring interpretation of pure pine stands of Ia–II yield class was developed. The database was created, which ensures the completeness and integrity of information, ease of storage and retrieval of data, and automated processing and calculation of mensuration and deciphering characteristics of forest stand of pure pine stands of Ia–II yield class. Data analysis was performed on a 56 plots. The material was collected during the full-scale inventory of forest stands and measuring interpretation of digital images by using GIS technology. Structuring the received information was conducted, that making it easier to carry out its analysis and processing: to make inquiries, sample, perform mathematical and statistical operations.

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. This system 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.

Key words: measuring interpretation, system, structural information, pure pine stands, automation, data processing.

Введение. Современные цифровые технологии обработки изображений открывают новые возможности в измерительном дешифрировании материалов дистанционного зондирования [1]. На цифровых снимках высокого пространственного разрешения на изображении полога древостоя достаточно хорошо выделяются кроны от-

дельных деревьев, что позволяет выполнить оценку густоты древостоя, измерить диаметры крон, сомкнутость полога, расстояние между деревьями, а на их основе с использованием регрессионных уравнений взаимосвязей между дешифровочными и таксационными показателями, закономерностей строения и роста – запас древостоя.

Используя геоинформационные системы, специалисты получают мощные средства масштабирования и цветовой коррекции цифровых снимков, а также совмещают процессы дешифрирования и векторизации границ, что упрощает технологию производства лесных карт и позволяет автоматизировать процесс измерений. С помощью средств ГИС можно в автоматизированном режиме выполнять измерение таких показателей, как густота, состав, диаметр крон деревьев, сомкнутость полога, средняя высота древостоя.

Целью работы является разработка системы 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.

Основная часть. Система 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.

Для достижения поставленной цели была создана база данных (БД) на основе Microsoft Access, структура которой представлена в виде взаимосвязанных таблиц. 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 информации, полученную при измерительном дешифрировании этих древостоев на цифровых снимках 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.

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, определять отклонения и производить оценку точности дешифрирования.

В базе данных сведения, полученные при натурной таксации древостоя и измерительном дешифрировании, сохранялись в отдельной таблице. 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 спе-

циальных вычислений. Для измерительного дешифрирования чистых сосновых древостоев на цифровых снимках были разработаны методы, которые позволяют получить основные дешифровочные показатели древостоя. На основе моделей взаимосвязей между таксационными и дешифровочными показателями древостоя разработана система измерительного дешифрирования древостоев на цифровых снимках.

На первом этапе выполнялась обработка снимка, подготовка цифровых снимков к дешифрированию, трансформирование и привязка снимков к системе координат, цветовые и яркостные преобразования, улучшение визуальных различий объектов и повышение дешифровочных свойств снимков.

На следующем этапе после предварительной подготовки снимков осуществлялось измерительное дешифрирование чистых сосновых древостоев на ТДВ и определение их таксационно-дешифровочных показателей.

Вычисление среднего диаметра крон древостоя проводилось с помощью встроенных средств геоинформационной системы для измерений геоинформационных линий. Сомкнутость полога древостоя на цифровых снимках вычислялась линейным методом. Для расчета среднего расстояния между деревьями выбиралось центральное дерево, от которого проводились линии до пяти ближайших деревьев. При определении густоты насаждений в ГИС использовался метод, основанный на подсчете числа видимых в пологе крон древесных пород на единицу площади [2].

Вся атрибутивная информация полученных измерений дешифровочных показателей в Quantum Gis экспортировалась в БД Microsoft Access, где в дальнейшем производился расчет таксационных показателей по регрессионным уравнениям взаимосвязи (рис. 1).

Расчет средних показателей таксационных и дешифровочных показателей на каждом ТДВ осуществлялся автоматически с помощью системы запросов в БД (рис. 2).

Анализ между таксационными показателями древостоя и его полога был выполнен отдельно для Ia, I и II классов бонитета.

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 ниже:

$$D = f(Dk, l, Ps), \quad (1)$$

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

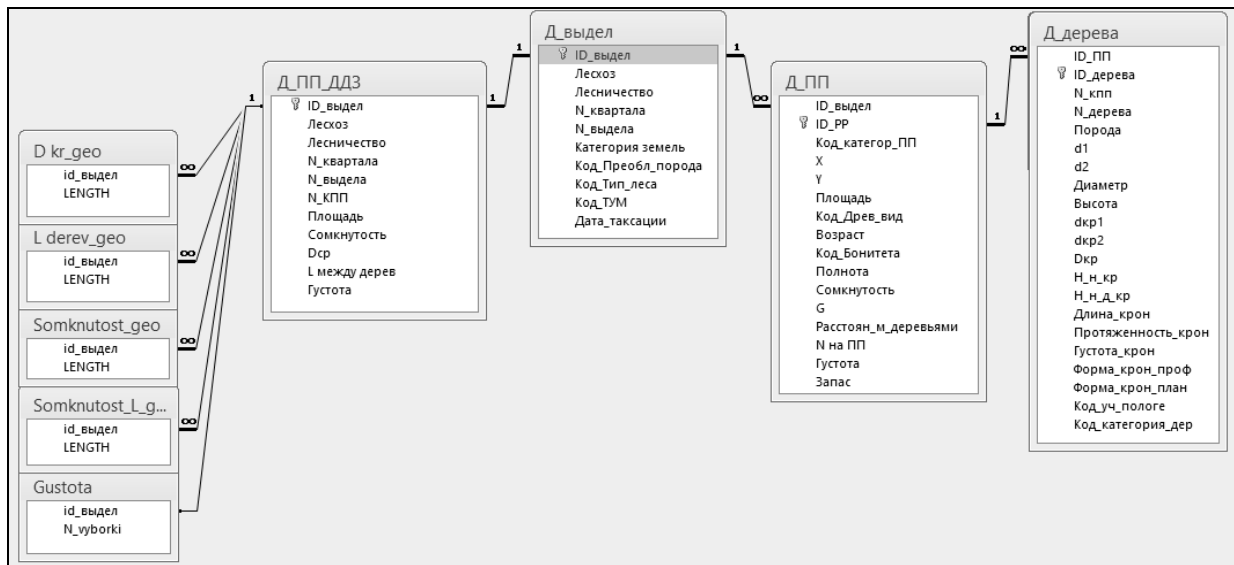


Рис. 1. Структурная схема обработки данных измерительного дешифрирования и натурной таксации чистых сосновых древостоев Ia–II классов бонитета

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:

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

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

Далее определяется относительная полнота древостоя по регрессионной модели связи:

$$P = f(Ps, Dk, l). \quad (3)$$

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

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

где H – средняя высота древостоя, м.

Запас древостоя вычисляется по регрессионной модели связи между средним диаметром кроны древостоя, средней высотой, сомкнутостью полога и запасом:

$$M = f(H, Dk, Ps). \quad (5)$$

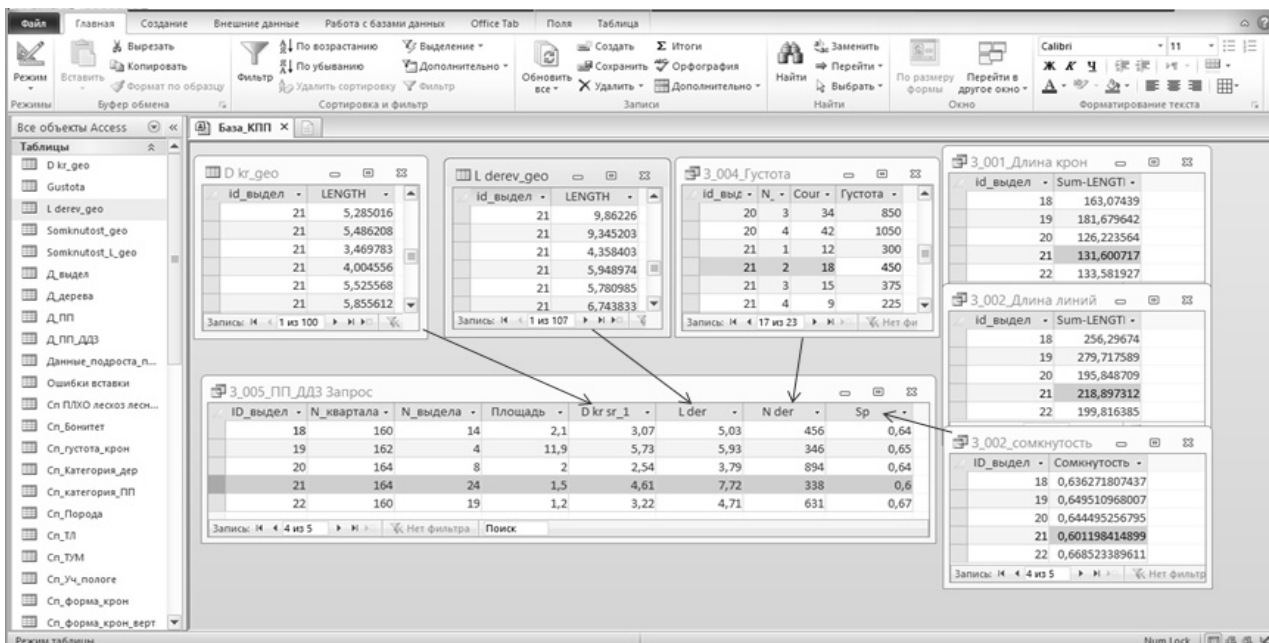


Рис. 2. Обработка данных измерительного дешифрирования сосновых древостоев с использованием Microsoft Access

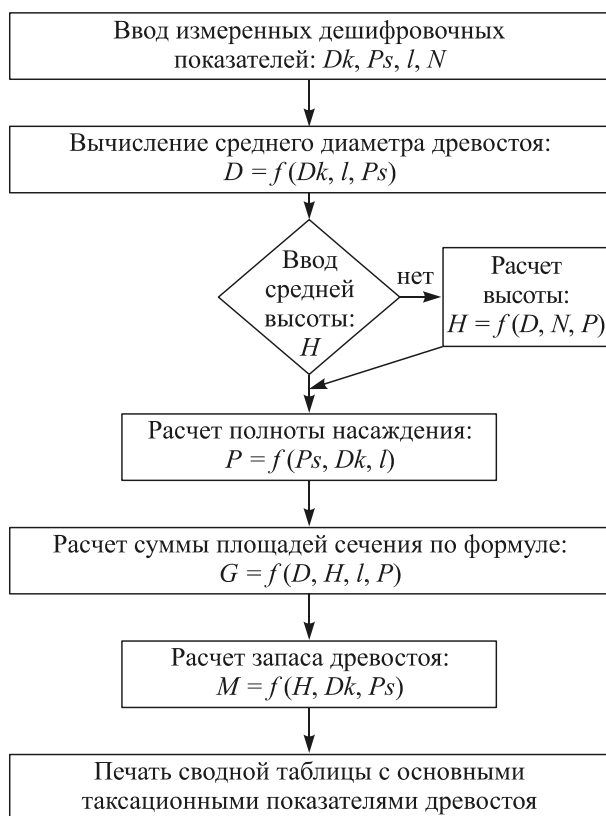


Рис. 3. Блок-схема алгоритма расчета основных таксационно-дешифровочных показателей древостоя

Структурная схема системы измерительного дешифрирования представлена на рис. 3, она включает все вышеперечисленные действия с получением в конечном итоге таксационной характеристики древостоев.

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

Заключение. Разработанная система обработки данных измерительного дешифрирования чистых сосновых древостоев Ia–II классов бонитета позволяет получить необходимую информацию посредством выполнения измерительного дешифрирования древостоев на цифровых снимках с использованием ГИС-технологий. Данная система, разработанная на базе Microsoft Access, 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. Толкач И. В. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве. Минск: БГТУ, 2013. 344 с.
2. Толкач И. В., Бахур О. С. Измерение основных таксационно-дешифровочных показателей древостоя с использованием цифровой фотограмметрической станции Photomod Lite 5.0 // Труды БГТУ. 2012. № 1: Лесное хоз-во. С. 66–68.

References

1. Tolkach I. V. *Aerokosmicheskie metody v lesnom hozyaystve* [Aerospace methods in Forestry]. Minsk, BGTU Publ., 2013. 344 p.
2. Tolkach I. V., Bakhur O. S. Measurement of basic characteristics of forest stands by using digital photogrammetric stations Photomod 5.0. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2012, no. 1: Forestry, pp. 66–68 (in Russian).

Информация об авторах

Бахур Ольга Светославовна – младший научный сотрудник кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: bakhur@belstu.by

Толкач Игорь Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: i.tolkach@belstu.by

Information about the authors

Bakhur Olha Svetoslavovna – junior research fellow, Department of Forest Management. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bakhur@belstu.by

Tolkach Igor Vladimirovich – Ph. D. Agriculture, assistant professor, head of Department of Forest Management. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: i.tolkach@belstu.by

Поступила 23.02.2015