

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 56–62.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 3 (90). P. 56–62.

Научная статья

УДК 630.5:004.65

DOI: 10.51318/FRET.2024.71.57.006

## СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ЛЕСОТАКСАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ

Артем Игоревич Чермных<sup>1</sup>, Ирина Владимировна Безденежных<sup>2</sup>,  
Сергей Вениаминович Залесов<sup>3</sup>, Наталья Михайловна Итешина<sup>4</sup>,  
Сергей Михайлович Жижин<sup>5</sup>

<sup>1–3,5</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>4</sup> Ижевский государственный сельскохозяйственный университет,  
Ижевск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Артем Игоревич Чермных,  
chermnyhai@usfeu.ru

**Аннотация.** Проанализирована методика формирования электронных баз данных лесо-устроительных материалов. Указанные базы представляют собой детализированную информацию о лесных насаждениях, которая включает в себя основные таксационные параметры, а также другие данные, способные составить основу для анализа динамики состояния и развития лесов.

Электронные базы данных формируются преимущественно по территориальному принципу и объединяют лесной фонд в границах арендного участка, участкового лесничества, лесничества и т. п.

Для легкого анализа большого объема данных необходимо формировать структурированную цифровую базу данных лесных участков с закрепленным порядком необходимых таксационных показателей и разграничением показателей.

В работе приведены способы устранения систематических и случайных ошибок при составлении электронных баз данных.

**Ключевые слова:** таксация насаждений, лесоустроительные материалы, электронные базы данных

**Для цитирования:** Создание электронной лесотаксационной базы данных / А. И. Чермных, И. В. Безденежных, С. В. Залесов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 56–62.

Scientific article

## CREATION OF AN ELECTRONIC FOREST INVENTORY DATABASE

Artyom I. Chermnykh<sup>1</sup>, Irina V. Bezdenezhnykh<sup>2</sup>, Sergey V. Zalesov<sup>3</sup>,  
Natalia M. Iteshina<sup>4</sup>, Sergey M. Zhizhin<sup>5</sup>

<sup>1-3, 5</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>4</sup> Izhevsk State Agricultural University, Izhevsk, Russia

Corresponding author: Artyom Igorevich Chermnykh,  
chermnyhai@usfeu.ru

**Abstract.** The article deals with the methodology for creating electronic databases of forest management materials. These databases represent detailed information on forest plantations which include basic taxation parameters as well as information as well as on the location of states and other data that can form the bases for analyzing the dynamics of the state and development of forests.

Electronic database is formed primarily on a territorial basis and combines the Forest Fund within the boundaries of the lease area of the district forestry forutry etc.

For lasy analysis of a large volum of data it is necessary to create a structural digital database of forest plots, with a fexed order of a the necessary taxation indicators and differentiation of indicators by adding various data.

The paper provides ways to eliminate systematic and random errors when compiling an electronic database.

**Keywords:** taxation of plantings, forest management materials, electronic databases

**For citation:** Creation of an electronic forest inventory database / A. I. Chermnykh, I. V. Bezdenezhnykh, S. V. Zalesov [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 3 (90). P. 56–62.

### Введение

На большей части территории лесного фонда Российской Федерации лесоустроительные работы проводились неоднократно. Логично, что за это время накоплен огромный объем данных, которые могли бы обеспечить объективный анализ динамики таксационных показателей насаждений под влиянием природных и антропогенных факторов. Однако основной объем лесоустроительных материалов находится на бумажных носителях и практически остается невостребованным.

В современной лесной отрасли растущее значение приобретают информационные технологии, которые позволяют не только эффективно управлять лесными ресурсами, но и способствуют проведению всестороннего и точного лесотаксационного учета. Создание электронных лесотаксационных баз данных является фундаментальным шагом в автоматизации и структурировании

накопленной информации о состоянии лесов, что важно как для научных исследований, так и для практического управления лесным фондом.

Лесотаксационная база данных представляет собой детализированную информацию о лесных насаждениях, которая включает в себя основные таксационные параметры, а также другие показатели, способные пролить свет на текущее состояние и динамику развития лесов.

### Цель, методика и объекты исследований

Целью данной статьи является рассмотрение основных принципов построения электронных баз данных таксационных описаний, пригодных для быстрого и эффективного анализа с использованием табличных редакторов.

Объектом исследований служили таксационные описания, включающие в себя основные

повыдельные таксационные показатели лесных насаждений.

Методической основой составления электронной лесоустроительной базы данных являлись необходимость сохранения всей имеющейся в таксационных описаниях информации о лесном фонде, изложение ее в электронном варианте с возможностью последующего оперативного получения необходимой информации.

Создаваемая в табличном виде описательная база данных – первый шаг к формированию полной базы данных, включающей информацию о местоположении и состоянии лесных массивов.

### Результаты и их обсуждение

Электронные базы данных в основном формируются по территориальному принципу вхождения участков в границы арендуемого участка, лесничества, участкового лесничества, лесорастительной зоны и т. д., за основу формирования базы данных берется лесной выдел, так как он представляет собой участок леса, относительно однородный по своим характеристикам, что идеально подходит для базовой единицы построения базы данных.

Электронная база данных таксационных описаний должна иметь структурированную форму и состоять из заголовков данных и порядка записи каждой минимальной территориальной единицы базы данных в отдельную строку с разделением отдельных показателей по разным ячейкам для возможности легкого использования условий сор-

тировки и применения фильтров при анализе данных (рис. 1).

На рис. 1 приведена удобная для анализа база данных, построенная по принципу «одна строка – один выдел», с разделением всех данных таксационного описания по отдельным ячейкам табличного редактора. На рис. 1 выделено 3 набора данных: 1 – блок данных о местоположении минимального объекта базы данных, лесотаксационного выдела; 2 – блок данных с характеристикой первого элемента в формуле состава насаждения; 3 – блок данных с характеристикой второго элемента в формуле составе насаждения. Расшифровка заголовков столбцов: Kv – номер квартала; Sknr – номер выдела; Pl – площадь выдела; Zk – категория земель в виде стандартного кода; Bon – бонитет; Mtip – тип леса; Ard1 – показатель элемента в формуле состава насаждения, например 0 – отсутствие древостоя, 1 – первый ярус, 2 – второй ярус, данная характеристика присутствует у всех элементов формулы состава, для сортировки вертикальной структуры насаждения; Kf1 – коэффициент первой породы в формуле состава; Mr1 – порода первой породы в формуле состава; Amz1, H1, D1 – соответственно характеристики возраста, высоты, диаметра первой породы в формуле состава, далее идут аналогичные показатели для второго элемента в формуле состава насаждения Ard2, Kf2, Mr2, Amz2, H2, D2 и т. д. до максимального встречаемого элемента в формуле состава насаждения. К примеру, на рис. 1 формула состава насаждения

1						2						3					
H	P	Q	R	AJ	AK	BB	BC	BF	BG	BH	BI	BO	BP	BQ	BR	BS	BT
Kv,N,4,0	Sknr,N,3,0	Pl,N,11,4	Zk,N,4,0	Bon,C,2	Mtip,C,5	Ard1,N,2,C	Kf1,N,2,0	Mr1,C	Amz1,N,3	H1,N,5,1	D1,N,3,0	Ard2,N,2,C	Kf2,N,2,0	Mr2,C,6	Amz2,N,3	H2,N,5,1	D2,N
946	4	22	1101	5A	КСФ	1	10	С	110	10	14	1	0	Л	110	0	
946	5	13.3	1101	5	БГБР	1	10	С	70	10	10	1	0	Л	60	0	
946	6	92.3	1101	5	БРБГМ	1	6	Б	35	6	6	1	2	Л	0	5	
946	7	55.5	1101	5	БГБР	1	10	С	190	14	28	2	10	С	70	8	
946	8	31.7	1101	5	БГБР	1	10	С	190	14	16	0	0	000000	0	0	
946	9	26.4	1101	5	БГБР	1	6	Б	30	6	4	1	2	С	0	4	
946	10	31.6	1101	5	БГБР	1	8	Б	25	3	2	1	1	С	0	3	
946	11	109.6	1101	5	БГБР	1	7	С	50	6	6	1	2	Л	0	7	
946	12	16.6	2507	00	00000	0	0	000000	0	0	0	0	0	000000	0	0	
946	13	79.3	1101	5	БГБР	1	6	С	70	9	8	1	2	Л	0	9	
946	14	24.1	1101	5	БГБР	1	10	С	140	15	20	1	0	Л	130	0	
946	15	22.9	1101	5	БГБР	1	10	Б	25	3	2	0	0	000000	0	0	
946	16	77.7	1101	5	БГБР	1	8	С	50	6	6	1	1	Л	0	7	
946	17	144.2	2507	00	00000	0	0	000000	0	0	0	0	0	000000	0	0	
946	18	108.9	1101	4	ПР	1	7	Б	30	7	6	1	3	С	0	5	
946	19	11.8	2507	00	00000	0	0	000000	0	0	0	0	0	000000	0	0	

Рис. 1. Часть цифровой лесотаксационной базы данных  
Fig. 1. Part of the digital forest taxonomy database

определяется соединением элементов блока 2, 3 и следующих по порядку до достижения нулевых показателей по столбцу Ard. Исходя только из представленных на рис. 1 данных, можно получить информацию о составе насаждения в 4-м выделе 10С+Л в 1-м ярусе, в 7-м выделе получают показатели 10С в первом ярусе и 10С во втором ярусе. Разделение формулы состава по элементам с указанием высотной структуры насаждения позволяет детально анализировать насаждения с разбивкой по отдельным породам, устанавливая зависимости в ходе роста основной и сопутствующих пород в зависимости от возрастной или высотной структуры насаждения.

На практике часто встречаются базы данных лесных участков с распределением показателей породного состава не по столбцам базы в виде одной записи на один выдел, а с распределением данных о составе насаждения по разным строкам табличной базы данных (рис. 2), что затрудняет анализ и сопоставление общих данных выдела (площадь, количество подроста и т. д.) и уникальных показателей структуры насаждения, занесенных в разные строки. Решить данное ограничение можно либо преобразованием базы данных в стандартный формат вида «один выдел – одна строка», либо дублированием и разделением общих данных на все строки, относящиеся к соответствующему выделу, что допустимо в отдельных исследованиях, но затруднит проведение анализа и получение некоторых результирующих значений.

В приведенной на рис. 2 базе данных строки со второй по седьмую отвечают за таксационное описание одного первого выдела. Представленную базу данных можно анализировать в исходном виде только по преобладающей породе насаждения, используя, к примеру, фильтр по площади и выбрав в нем только ячейки со значениями, в результате останутся только первые строки каждого выдела, отвечающие за характеристику первой породы насаждения. Для анализа всех показателей формулы состава насаждения необходима конвертация базы данных с приведением ее к формату «один выдел – одна строка» либо при определенных задачах анализа насаждений допускается разделение площади выдела по составляющим породам согласно пропорциональной занимаемой ими площади исходя из формулы состава, в которой приведено процентное распределение насаждения по запасам пород в каждом выделе. Большая выборка данных в некоторых случаях снижает точность метода разбивки выделов на составляющие части в зависимости от запаса породы до допустимой и применяется при общем обзорном анализе таких баз данных.

Для легкого анализа большого объема данных необходимо формировать структурированную цифровую базу данных лесных участков с закрепленным порядком необходимых таксационных показателей и разграничением показателей путем добавления разделителя данных (любой символ или группа символов, не использующихся

	С	D	E	M	N	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1	Квартал	Выдел	Площадь, га	Бонитет	Тип леса	Ярус	Коэф	Древесн	Возраст	класс возраста	Высота	Диаметр	Полнота	Рубка	Запас яруса на 1 г	
2	27	1	16.9	2	Ельник сыпнявый	1 ярус др	6	Береза	85	9	25	24	0.5	чпр	170	
3	27	1				1 ярус др	3	Осина	85	9	26	40	0		0	
4	27	1				1 ярус др	1	Ель	100	5	25	24	0		0	
5	27	1				2 ярус др	6	Ель	40	2	12	12	0.5		90	
6	27	1				2 ярус др	3	Липа	25	3	10	8	0		0	
7	27	1				2 ярус др	1	Береза	25	3	10	10	0		0	
8	27	2	60.4	2	Ельник липовый	1 ярус др	5	Береза	85	9	25	24	0.8	рпр	270	
9	27	2				1 ярус др	5	Осина	85	9	26	44	0		0	
10	27	2				1 ярус др	0	Липа	70	7	0	0	0		0	
11	27	2				1 ярус др	0	Ель	100	5	0	0	0		0	
12	27	3	4.4	2	Ельник сыпнявый	1 ярус др	7	Береза	80	8	25	20	0.7		230	
13	27	3				1 ярус др	2	Осина	80	8	26	36	0		0	
14	27	3				1 ярус др	1	Ель	80	4	24	24	0		0	

Рис. 2. База данных с разбивкой информации о породном составе по отдельным строкам таблицы  
 Fig. 2. Database with a breakdown of information on the breed composition by individual rows of the table

в описательных данных, служащих для указания конца и начала данных определенного типа). На практике обычно используется символ «;» для указания разделителя в потоке текстовых данных.

Пути получения электронной базы данных исследуемого участка зависят от доступных исходных данных. Самые распространенные пути получения табличной базы данных можно сформулировать следующие:

а) внесение в табличный редактор информации, полученной в результате полевых замеров исследователя на пробных площадях или иных однородных участках леса;

б) преобразование существующего таксационного описания лесных участков из текстового формата в табличный путем его систематизации и преобразования в табличный формат путем нескольких проходов преобразования с указанием количества и типа знаков табуляции между разными типами данных (рис. 3);

в) оцифровка бумажных таксационных описаний, необходимых для анализа таксационных показателей, с использованием полуавтоматического распознавания текста с растрового отсканированного изображения с последующим преобразова-

нием в табличный вид или ручная забивка показателей с бумажного носителя в табличный редактор напрямую.

На рис. 3 приведен фрагмент базы данных с включенными скрытыми символами форматирования. Для дальнейшего анализа необходимо преобразование в табличный вид с использованием присутствующих символов табуляции в виде пробелов и скрытых ячеек неструктурированной таблицы. Преобразование осуществляется на основании упорядоченного расположения характеристик насаждения на протяжении всей текстовой базы данных.

При применении ручного способа внесения информации о таксационном описании следует вносить только исходные уникальные параметры насаждения, такие как площадь выдела, породный состав, высота, диаметр, полнота и т. д. В зависимости от планируемых исследований часто ограничиваются внесением преобладающей породы насаждения с общими характеристиками насаждения без детальной информации о составляющих породах древостоя, что экономит трудозатраты составителя базы данных на 50 %, но может ограничить в дальнейшем детальном анализе.

```

: N : Пло- : Состав. Подр. Подл. : Я: Вы- : Эле-: Воз: Вы-: Ди: Кл. Гр. Бо: Тип : Полн: Запас сыро: Кл.
: вы-: щадь, : Покров, почва, ре-: Р: со- : мент: → : → : ам: во: во: ни: → : ота : : леса, дес. кмб : то:
: де-: → : льеф, особ. выд. Про: У: та : : ра : со-: ет: зр: зр: те: леса : -----: ва:
: ла : : га : исхожд. Кат. земель: С: Яр : ле- : : → : → : р : ас: ас: т : → : Сумм: на : общий: по → : рн:
: → : → : Хар. лесн. культур: : ус : са : ст: та : : : та: та : : → : а : пл: 1 : на → : соста: ос:
: → : → : Кадастров. оценка : : а → : → : → : → : : : : : : : : ТЛУ : сеч.: га : выдел: вляющ: ти:
: : 1 : : 2 : : → 3 → : 4: 5 : : 6 : : 7 : : 8 : : 9: 10: 11: 12: : 13 : : 14 : : 15 : : 16 : : 17 : : 18 :
-----
1x 11.2x 3ЛП2ЛП1Б1ОС2Е1П: 1 · 24x ЛП 90x 25x 28x 9x 4x 2x ЕЛПx 0.5x 24x 269x 80x 2x
x x x x ЛП 60x 19x 16x x x С2x x x x 54x 2x
x x x x Бx 90x 26x 28x x x x x x 27x 2x
x x x x ОС 90x 26x 32x x x x x x 27x 3x
x x x x Еx 110x 26x 32x x x x x x 54x 1x
x x x x Пx 110x 26x 32x x x x x x 27x 2x
подлесок: ЛП, Р: Среднийx
ОЗУ: Берегозащитные участки лесовx
x x x x x x x x x x x x x x x x x
2x 3.9x 3ЛП2ЛП1Б1ОС2Е1П → 1 · 24 → ЛП 90x 25x 28x 9x 4x 2x ЕЛПx 0.5x 24x 94x 28x 2x
x x x x ЛП 60x 19x 16x x x С2x x x x 19x 2x
x x x x Бx 90x 26x 28x x x x x x 9x 2x
x x x x ОС 90x 26x 32x x x x x x 9x 3x
x x x x Еx 110x 26x 32x x x x x x 19x 1x
x x x x Пx 110x 26x 32x x x x x x 9x 2x
    
```

Рис. 3. Фрагмент базы данных в текстовом формате  
 Fig. 3. Database in text format

Рекомендуется перед составлением базы данных участка детально продумать особенности планируемых исследований и необходимые показатели насаждения для анализа.

Производные показатели таксационного описания при ручной забивке данных обычно разумнее рассчитать заново. К таким показателям, к примеру, относится запас каждой породы. Его легче рассчитать с использованием формул табличного редактора путем использования площади выдела, породного состава и запаса на гектар, который в некоторых случаях также допускается получать с применением стандартных таблиц определения запасов по бонитету, возрасту и высоте насаждения. Показатели класса природной пожарной опасности (КППО), назначенные хозяйственные мероприятия также легче получить путем фильтрации исходных данных таксационного описания выдела и назначения КППО и хозмероприятий согласно действующим нормативным документам.

При создании электронной базы данных не стоит забывать о неизбежных ошибках во внесении информации. Необходимо контролировать данный процесс и производить проверку отдельных массивов данных. В основном преобладают два вида основных ошибок при создании базы данных:

а) систематическая ошибка, в основном возникающая при преобразовании данных из текстового формата в табличный, в результате неправильного задания маркера табуляции разделения данных при различной записи информации в многоярусных насаждениях и разных категориях земель. Данная ошибка легко устраняется при проведении случайной выборочной проверки различных типов данных после преобразования из исходного формата в табличный вид;

б) случайная ошибка, возникающая при ручном внесении данных таксационных показателей, довольно легко отслеживается путем проверки допустимых значений полученной базы данных по различным показателям таксационного описания. Например, в поле «Порода» допускается только наличие определенных кодов, отвечающих за название пород в текстовом (Б, С, береза, сосна и т. д.) или кодовом виде (100100, 300200

и т. д.). Появление посторонних значений легко отслеживается с помощью просмотра уникальных значений, встречающихся в определенном столбце базы данных с помощью фильтра или сводной таблицы. На каждый показатель можно составить четкие критерии проверки включенных данных как внутри одного показателя, так и в зависимости от параметров показателей определенной минимальной единицы в структуре базы данных. К примеру, все показатели площади должны состоять из цифровых положительных записей с точностью один или четыре десятичных знака в зависимости от точности учета площади выделов. Коэффициент участия каждой породы в составе насаждения должен быть цифровым и варьировать от 0 до 10, нулевым значением обычно кодируются плюсовые породы в составе насаждения, занимающие от 2 до 5 % из состава насаждения. Сумма коэффициентов породного состава одного яруса не может отличаться от 10 единиц или 100 % в зависимости от способа записи, что элементарно проверяется сложением ячеек с коэффициентом участия каждой породы и условием использования данных только одного яруса.

Создание сводной таблицы по соотношению категории земель и таксационных показателей насаждения позволит исключить ошибочные значения, при которых присутствует таксационное описание насаждений на не покрытых лесом площадях, и отследить обратную ситуацию.

Сравнение данных о возрастной структуре и таксационных характеристиках древостоя позволит выявить аномальные отклонения в показателях развития древостоев в зависимости от возраста для детальной проверки корректности внесения в базу данных этих показателей.

По результатам проверки данных на случайные ошибки большинство ошибок будет устранено с минимальными трудозатратами, оставшиеся трудноуловимые ошибки внесения данных в пределах допустимых диапазонов можно оставить в БД без вреда ее качеству. При анализе большого массива данных отдельные оставшиеся ошибки показателей не окажут влияния на результаты анализа.

### Выводы

1. Создание электронных лесотаксационных баз данных позволяет оперативно пользоваться информацией о лесном фонде в целях совершенствования планирования и оценки лесоводственных мероприятий.

2. Предлагаемая методика составления электронных баз данных обеспечивает минимизацию ошибок и необходимую точность получаемой информации.

3. Перспективность составления электронных лесотаксационных баз данных не вызывает сомнения и существенно расширяет возможности практического и научного использования собранных за многие годы лесоустроителями данных о лесном фонде.

4. Создаваемая в табличном виде описательная база данных является первым шагом к формированию полной базы данных, включающей информацию о местоположении и состоянии лесных массивов.

### Информация об авторах

*А. И. Чермных* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, [chermnyhai@usfeu.ru](mailto:chermnyhai@usfeu.ru) <https://orcid.org/0000-0001-5573-0092>

*И. В. Безденежных* – кандидат сельскохозяйственных наук, [predeina@yandex.ru](mailto:predeina@yandex.ru), <https://orcid.org/009-003-6806-8968>

*С. В. Залесов* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, [zalesovsv@m.usfeu.ru](mailto:zalesovsv@m.usfeu.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

*Н. М. Итешина* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, [n.iteshina@yandex.ru](mailto:n.iteshina@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2003-2005>

*С. М. Жижин* – кандидат сельскохозяйственных наук, [zhizhinsergeu@icloud.com](mailto:zhizhinsergeu@icloud.com), <https://orcid.org/0000-0002-4614-9172>

### Information about the authors

*A. I. Chermnykh* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, [chermnyhai@usfeu.ru](mailto:chermnyhai@usfeu.ru) <https://orcid.org/0000-0001-5573-0092>

*I. V. Bezdenezhnykh* – Candidate of Agricultural Sciences, [predeina@yandex.ru](mailto:predeina@yandex.ru), <https://orcid.org/009-003-6806-8968>

*S. V. Zalesov* – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, [zalesovsv@m.usfeu.ru](mailto:zalesovsv@m.usfeu.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

*N. M. Iteshina* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, [n.iteshina@yandex.ru](mailto:n.iteshina@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2003-2005>

*S. M. Zhizhin* – Candidate of Agricultural Sciences, [zhizhinsergeu@icloud.com](mailto:zhizhinsergeu@icloud.com), <https://orcid.org/0000-0002-4614-9172>

*Статья поступила в редакцию 15.04.2024; принята к публикации 20.05.2024.*

*The article was submitted 15.04.2024; accepted for publication 20.05.2024.*

---

---