

АКТУАЛИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ЛЕСОУСТРОЙСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОРМАТИВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ПОВЫДЕЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ ГИС

Зубова С.С.¹, Нагимов З.Я.¹, Годовалов Г.А.¹

¹ГОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, Россия (620100, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37), e-mail: nagimov@usfeu.ru

Проведен анализ литературных данных по вопросу актуализации лесотаксационных материалов, изучена возрастная динамика основных таксационных показателей древостоев (средней высоты, среднего диаметра, запаса на 1 гектаре) и разработаны эскизы таблиц хода роста (ТХР). Рассмотрены закономерности изменения с возрастом приростов сосновых насаждений. Функции изменения приростов древостоев разделены на возрастные периоды. Проведена актуализация устаревших данных лесоустройства. Проведено сравнение полученных актуализированных данных с данными натурной таксации. Исследованиями охвачены сосновые насаждениям липняково-разнотравной группы типов леса, охватывающие дренированные участки с устойчивым водным режимом. На основании проведенных исследований разработаны нормативы для проведения экспертной и автоматизированной (с применением ГИС) актуализации данных предыдущего лесоустройства.

Ключевые слова: актуализация лесотаксационных данных, таблицы хода роста (ТХР), ГИС, моделирование хода роста

THE AKTUALIZATION OF FOREST MANAGEMENT MATERIALS ON THE BASIS DATE BASE OF INVENTARIZATHION OF FOREST FROM GIS

Zubova S.S.¹, Nagimov Z.Y.¹, Godovalov G.A.¹

¹Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia (623100, Yekaterinburg, street Sibirsky trakt, 37), e-mail: nagimov@usfeu.ru

The analysis of literature data on the issue of updating data base of forest taxation, assessed of age dynamics of average heights and diameters of forest and developed appropriate models in groups of forest types and site class. Model-based company updated the old data of forest inventory and developed sketches tables stroke growth (TXP). Analyzed received updated data. Held their comparison with the data of full-scale survey. Research covered pine forest of the fourth group of forest types (from the upland to the grass and mixed grass) covering the drained areas with stable water regime. Based on the studies received models of age dynamics of diameters and heights and developed rules for carrying out expert and automated (with application of GIS) data of actualization of the previous forest inventory.

Keywords: actualization of data base of, atrial fibrillation, an international normalized ratio (INR)

Введение

В настоящее время активно развивается новое направление в обеспечении лесохозяйственного производства и лесоустройства нормативно-справочными материалами – актуализация лесотаксационных нормативов [5, 7], разрабатываются и внедряются в практику методики актуализации повыдельной информации о лесном фонде.

Имеющиеся автоматизированные таксационные базы в формате СОЛИ-2 в большинстве случаев не могут быть использованы для планирования и ведения хозяйственной деятельности в лесу [6], они требуют актуализации с учетом изменений в лесном законодательстве и лесном фонде [2].

Актуализация лесотаксационных нормативов является очень важным для планирования и ведения лесохозяйственной деятельности. Однако многие аспекты данного направления остаются слабоизученными.

Согласно лесоустроительной инструкции [4], в целях актуализации таксационных описаний предыдущего лесоустройства составляются экстраполяционно-прогнозные модели (модели, которые можно использовать как для актуализации, так и для прогнозирования).

Целью исследования являлась разработка нормативов актуализации, позволяющих проводить корректировку лесоустроительной информации с учетом роста древостоев на базе местных данных с использованием всех имеющихся таксационных характеристик выделов.

Методика исследования

Основной методической предпосылкой в работе явилась разработка экстраполяционно-прогнозных моделей актуализации на основе таксационной характеристики всех выделов предыдущего лесоустройства с преобладанием сосны в границах исследуемого объекта. Модели актуализации составлялись для трех основных таксационных показателей древостоев: средней высоты, среднего диаметра и запаса древесины на 1 га.

Актуализация баз лесотаксационных данных – трудоемкий процесс, требующий постоянного анализа данных. Задача автоматизации функций по вводу новой информации и поддержки баз данных в актуальном состоянии является очень важной. Поэтому был разработан алгоритм автоматизированной актуализации лесотаксационных данных (с использованием ГИС).

Важным этапом при подобных работах является группировка исходного материала с учетом целевой установки исследований. В первую очередь нами таксационные выделы группировались по хозяйственным группам типов леса, а затем по классам бонитета и полнотам.

Для исследований динамики распределения запаса в зависимости от возраста древостоя были отобраны насаждения с преобладанием сосны в составе.

На основе анализа литературных [1, 3 и др.] и исходных данных для описания зависимостей средней высоты и среднего диаметра древостоев от их возраста было выбрано уравнение Корсуня:

$$Y = X^2 / (a_0 + a_1 X + a_2 X^2), \quad (1)$$

где Y – значение таксационного показателя (диаметра в см. и высоты в м.);

X – средний возраст древостоя, лет;

a_0, a_1, a_2 – коэффициенты уравнения.

При описании зависимостей запасов древостоев от их возраста лучшие результаты показал логарифмический полином второго порядка или уравнение Корсуня – Бакмана:

$$\ln Y = a_0 + a_1 \ln X + a_2 \ln^2 X, \quad (2)$$

где Y – запас древостоя, m^3 ;

X – возраст древостоя, лет;

a_0, a_1, a_2 – коэффициенты уравнения.

Полученные на основе уравнений (1, 2) данные были сведены в таблицы (эскизы ТХР), с использованием которых рассчитывался шаг изменения таксационных показателей за 1 год в процентах (3).

$$Z(X) = (X_A - X_{A-n}) / X_{A-n} \cdot (100/n), \quad (3)$$

где $Z(X)$ – шаг изменения показателя за 1 год в %;

X_A – модельное значение показателя в заданном возрасте, в см;

X_{A-n} – модельное значение показателя n – лет назад, в см;

A – возраст древостоя, лет;

n – продолжительность ступени возраста, лет.

На основе полученных данных были сформированы таблицы приростов по высоте, диаметру, запасу.

На основе анализа полученных данных и литературных источников функции изменения приростов древостоев по исследуемым таксационным характеристикам были разделены на 2 возрастных периода – в возрасте до 60 лет и старше. Для возрастного интервала от 60 до 180 лет разработано уравнение множественной регрессии связи прироста с классом бонитета, возрастом и полнотой насаждений.

Для определения показателей прироста (%) в возрасте до 60 лет использовались разработанные эскизы ТХР.

Результаты исследования

Статистические показатели уравнений зависимости высоты древостоев от их возраста сведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика уравнений вида $H = A^2 / (a \cdot A^2 + b \cdot A + c)$ по классам бонитета

Класс бонитета	Значения коэффициентов (числитель) и критерия Стьюдента (знаменатель)			R^2	SE, м	Количество выделов	№ модели
	a	b	c				
1	0,0236 / 45,5	1,2047 / 22,0	15,8675 / 12,1	0,959	0,89	2020	3
2	0,0271 / 143,6	1,0956 / 45,4	28,9387 / 39,4	0,984	0,70	3132	4
3	0,0322 / 74,6	7,8808 / 8,0	53,1272 / 23,5	0,956	0,67	2045	5

4	0,0355 / 12,8	0,9723 / 2,4	76,5343 / 8,9	0,996	0,50	52	6
---	---------------	--------------	---------------	-------	------	----	---

Сравнение полученных после табулирования уравнений (3-6) данных с соответствующими данными бонитетной шкалы позволяют отметить, что в исследуемых сосняках наблюдаются известные закономерности возрастной динамики высот, а уравнения корректно передают их характер.

Уравнения зависимости диаметра древостоев от их возраста разработаны отдельно по классам бонитета, а в пределах их – по группам полнот. Ниже в табл.2 в качестве примера приведены уравнения по 2 классу бонитета.

Таблица 2. Характеристика уравнений вида $D = A^2/(a*A^2 + b*A + c)$ по классам бонитета и группам полнот

Класс бонитета	Группа полнот	Значение коэффициентов			R ²	SE, см	Количество выделов	№ модели
		a	b	c				
2	0,8-1,0	0,0084	2,2922	6,1413	0,929	0,3	692	7
	0,6-0,7	0,0074	2,0779	7,0016	0,943	0,2	1890	8
	0,3-0,5	0,0066	1,8955	6,7670	0,952	1,2	550	9

Как видно из данных табл.2, уравнения характеризуются высокими коэффициентами детерминации (от 0,929 до 0,952) и сравнительно низкими ошибками (от 0,2 до 1,2 см). В целом они вполне адекватны и корректны экспериментальным материалам.

Статистические показатели разработанных уравнений возрастной динамики запасов представлены в таблице, фрагмент которой присутствует ниже (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика уравнений вида $M = a*\ln^2A + b*\ln A + c$ по классам бонитета и полнотам

Класс бонитета	Полнота	Значение коэффициентов			SE, м ³	Количество выделов	№ модели
		a	b	c			
2	0,4	-0,236	2,8295	-2,738	11,1	151	10
	0,5	-0,236	2,8295	-2,5148	11,8	357	11
	0,6	-0,236	2,8295	-2,3325	3,6	844	12
	0,7	-0,236	2,8295	-2,1783	3,3	1046	13
	0,8	-0,236	2,8295	-2,0448	4,3	553	14
	0,9	-0,236	2,8295	-1,927	6,6	126	15

В целом статистические показатели разработанных уравнений (10-17) свидетельствуют, что они вполне корректно передают характер исследуемой зависимости (запасов древостоев от их возраста).

На основе полученных уравнений составлены таблицы экстраполяционных коэффициентов для актуализации повыдельной лесоустроительной информации: высот, диаметров и запаса древостоев. Фрагмент указанной таблицы приведен ниже (табл. 4).

Полученные модели роста древостоев для актуализации средней высоты, среднего диаметра и запаса древостоев представлены в виде таблицы с экстраполяционными коэффициентами, фрагмент которой присутствует ниже (табл. 4).

Таблица 4. Справочная таблица для актуализации лесотаксационных материалов

Порода	Возраст, лет	Границы возраста, лет		Класс бонитета	Полнота	Прирост по высоте, %	Прирост по диаметру, %	Прирост по запасу, %
		минимальный	максимальный					
сосна	10	1	14	1	0,3	13,70	9,08	13,51
сосна	20	15	24	1	0,3	4,75	4,30	5,15
сосна	30	25	34	1	0,3	2,55	2,74	2,97
сосна	40	35	44	1	0,3	1,63	1,98	2,00
сосна	50	45	54	1	0,3	1,14	1,52	1,47
сосна	60	55	64	1	0,3	0,85	1,23	1,13

С использованием данных этой таблицы была проведена актуализация таксационных данных (высоты, диаметра и запаса) выделов с преобладанием сосны.

Для оценки точности актуализации лесоустроительной информации актуализированные данные сравнивались с материалами натурной глазомерно-измерительной таксации. Выявлено (табл. 5), что результаты актуализации характеризуются высокой точностью – систематические ошибки по всем показателям находятся в пределах 4%, значения среднеквадратических ошибок также ниже $\pm 4\%$, а общие не превышают $\pm 1\%$.

Таблица 5. Ошибки актуализации таксационных показателей.

Таксационный показатель	Ошибки, %		
	Систематическая	Среднеквадратическая	Общая
Высота, м	0,85	$\pm 2,46$	$\pm 0,55$
Диаметр, см	3,46	$\pm 3,66$	$\pm 0,82$
Запас, м ³	1,03	$\pm 3,48$	$\pm 0,87$

Данные табл. 7 свидетельствуют, что разработанные модели дают небольшие систематические отклонения, ошибки отдельных наблюдений наиболее высоки при актуализации средних диаметров. В целом приведенные материалы позволяют считать разработанные модели адекватными и корректными.

Обсуждение результатов

По результатам проведенного исследования получены нормативно-справочные материалы для актуализации таксационных материалов объекта исследования. Группировка материала в виде таблицы с экстраполяционными коэффициентами позволила использовать результаты исследований для актуализации в автоматическом режиме (с использованием ГИС). На основе разработанных нормативов получены актуальные таксационные характеристики объекта исследования. Данные разработанных моделей возрастной динамики были сведены в таблицу хода роста для объекта исследования. Проведенное сравнение данных актуализации с данными натурной таксации доказало адекватность разработанных нормативов.

Выводы

В целом результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности актуализации данных предыдущего лесоустройства на нормативы по тем или иным таксационным показателям, полученным по материалам массовой таксации.

Список литературы

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Ворожнина С.С. Моделирование роста древостоев в целях актуализации лесоустроительных материалов / С.С. Ворожнина, Г.А. Годовалов, З.Я. Нагимов // Экологические системы и приборы. – М., 2011. – Вып. 9. – С. 14-16.
3. Колтунова А.И. Моделирование роста и продуктивности древостоев (на примере некоторых лесобразующих пород Северной Евразии): Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. — Екатеринбург, 2004. — 40 с.
4. Лесоустроительная инструкция. Приказ Рослесхоза №516 от 12.12.2011.
5. Мальков Д.П. Рост и продуктивность ельников средней части Горного Урала: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. — Йошкар-Ола, 2007. — 25 с.
6. Скудин В.М. Проектирование лесных участков и разработка проектов освоения лесов: проблемы и их решение / В.М. Скудин, К.И. Распопин, Д.А. Свищев, С.К. Распопин, Р.С. Ахмедзянов // Хвойные бореальной зоны. – 2009. - № 2. – С. 224-228.

7.Черных В.Л. Автоматизированная актуализация лесотаксационных нормативов (на примере лесов Урала): Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. — Йошкар-Ола, 2002. — 47 с.

Рецензенты:

Кожевников А.П., д.с.-х.н., ведущий научный сотрудник Ботанического сада УРО РАН, г.Екатеринбург.

Луганский Н.А., д.с.-х.н., профессор кафедры лесоводства ГОУ ВПО Уральского государственного лесотехнического университета, г.Екатеринбург.