

УДК 630\*308

**Н.И. Роженцова**

Марийский государственный технический университет

Роженцова Наталья Игоревна родилась в 1978 г, окончила в 2001 г. Марийский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры информатики МарГТУ. Имеет более 10 печатных работ в области технологии и оборудования лесопромышленных производств.

E-mail: nata\_roz@mail.ru



### **ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ ПРОГНОЗОВ ТАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВОСТОЕВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РУБОК ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

Апробирована методика прогнозирования таксационных показателей сосновых древостоев, проверены ее достоверность и возможность применения в реальных насаждениях.

*Ключевые слова:* таксационные показатели древостоев, рубки промежуточного пользования, закон распределения, корреляция.

Рубки промежуточного пользования – одно из важнейших мероприятий по улучшению породного состава, повышению устойчивости насаждений, увеличению размеров лесопользования с единицы площади, усилению средообразующих, защитных и водоохраных функций леса. Они заключаются в периодической вырубке части деревьев с момента образования насаждения и заканчиваются за 10...20 лет до возраста главной рубки.

В зависимости от вида каждая рубка соответствует определенному возрасту древостоя; например, в хвойном насаждении: рубка осветления – молодняк до 10 лет, прочистки – 11...20 лет, прореживания – 21...40 лет, проходная рубка – 41 год и более. В связи с этим, лесопользователям было бы важно и удобно иметь для каждого конкретного выдела рациональную программу рубок промежуточного пользования на весь период выращивания древостоя, где будет указано количество приемов рубок (разреживания), возраст древостоя на очередном приеме или год рубки и интенсивность его выборки.

Для построения подобного плана рубок была предложена методика [3], согласно которой выполняются расчеты таксационных показателей вырубаемой и оставляемой частей древостоя и осуществляется их прогнозирование для оставшейся его части после рубки (разреживания).

Данная методика прошла опробацию на участках лесного фонда Санчурского лесхоза Кировской области. В сосняках были выбраны выдела разного размера с древостоями в возрасте от молодняков и до главной рубки, на которых проводились рубки промежуточного пользования с количеством приемов от 1 до 5. По материалам лесоустройств и лесорубочных билетов были собраны таксационные характеристики этих выделов и объемы заготовленной в них древесины в годы рубок. Методика сбора информации на примере выдела № 15 А (квартал № 16) представлена в табл. 1 (лесные культуры 1939 г., посадка ручная).



Таблица 2

**Сопоставление реальных (практических) и полученных по методике прогнозирования (теоретических) таксационных данных**

№ квартала (выдела)	Возраст, лет, древостоя, в котором проводилось		Запас, м <sup>3</sup>		Густота, шт./га		Диаметр, см	
	лесоустройство	изреживание	расчетный	по материалам лесоустройства	расчетная	по материалам лесоустройства	расчетный	по материалам лесоустройства
16(43)	52	–	260	260	1000	1034	18	18
	62	66	274	300	769	723	21	22
	75	73	244	270	267	258	29	32
16(44)	42	–	220	220	1316	1316	16	16
	52	56	265	250	939	1050	19	18
	65	–	289	260	433	572	26	22
61(3)	15	19	60	60	6805	6800	6	6
	25	–	145	130	2341	2211	11	12
62(24)	50	–	240	240	1000	1000	18	18
	60	71	268	220	749	749	21	20
	73	–	299	250	385	412	28	26
63(14)	42	54	190	190	898	898	18	18
	52	62	253	250	695	531	21	24
	65	67	277	300	274	531	30	24
63(11)	85	93	250	250	181	181	36	36
	95	107	257	290	118	160	42	40
	108	–	190	150	47	54	53	50

Расчеты были выполнены с использованием программы, написанной в среде VBA и Mathcad. Затем полученные результаты сопоставляли с реальными данными из материалов лесоустройств и лесорубочных билетов (табл. 2).

На основании данных табл. 2 непосредственно для каждого выдела были построены графики (рис. 1) зависимости прогнозируемых (теоретических) и реальных (практических) значений запаса, диаметра и густоты от возраста древостоя.

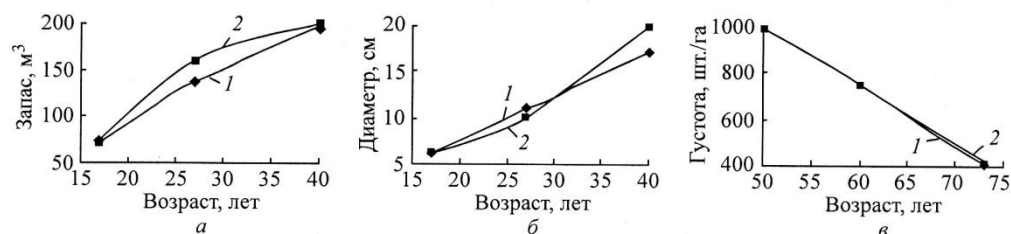


Рис. 1. Изменение прогнозируемых (1) и реальных (2) значений запаса (а), диаметра (б) и густоты (в) древостоя от его возраста

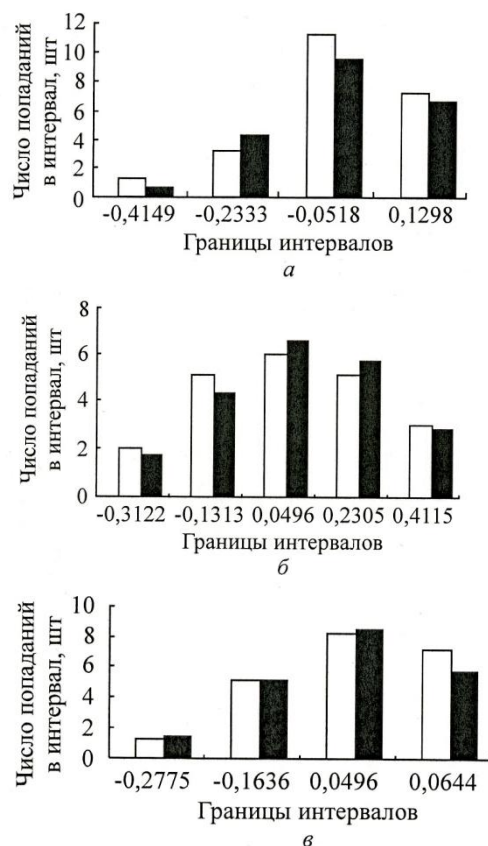


Рис. 2. Гистограммы распределения относительной погрешности определения запаса (а), диаметра (б) и густоты (в) древостоя: □ – экспериментальные данные; ■ – аппроксимированные диаграммы; а –  $\bar{x} = -0,016$ ,  $\sigma^2 = 0,026$ ,  $\chi^2 = 1,007$ ,  $\chi_{кр}^2 = 6,635$ ,  $\chi^2 < \chi_{кр}^2$ ; б –  $\bar{x} = -0,04$ ,  $\sigma^2 = 0,014$ ,  $\chi^2 = 0,331$ ,  $\chi_{кр}^2 = 9,21$ ,  $\chi^2 < \chi_{кр}^2$ ; в –  $\bar{x} = 0,09$ ,  $\sigma^2 = 0,058$ ,  $\chi^2 = 0,378$ ,  $\chi_{кр}^2 = 6,635$ ,  $\chi^2 < \chi_{кр}^2$

Дальнейшие исследования были направлены на проверку достоверности полученных в результате моделирования запаса, диаметра и густоты. Были найдены относительные погрешности каждого из анализируемых параметров, коэффициенты корреляции и определено их распределение [1, 2].

На рис. 2 приведены гистограммы распределения относительных погрешностей прогнозирования запаса, диаметра и густоты древостоя. Проверка закона распределения в соответствии с критерием Пирсона ( $\chi^2$ ) позволяет сделать вывод, что гипотеза о нормальном распределении относительной погрешности не отвергается при уровне значимости  $\alpha = 0,01$  для всех исследуемых величин.

Для исследуемого запаса доверительный интервал относительной погрешности при уровне значимости  $\alpha = 0,01$  составляет от  $-0,116$  до  $0,080$ , для диаметра – от  $-0,115$  до  $0,030$ , для густоты – от  $-0,05$  до  $0,240$ , что свидетельствует о соответствии прогнозируемых значений реальным данным лесоустройства, поскольку нулевое значение находится в пределах этих интервалов.

Статистический анализ выделов позволил получить корреляционные зависимости между прогнозируемыми и реальными значениями запаса,

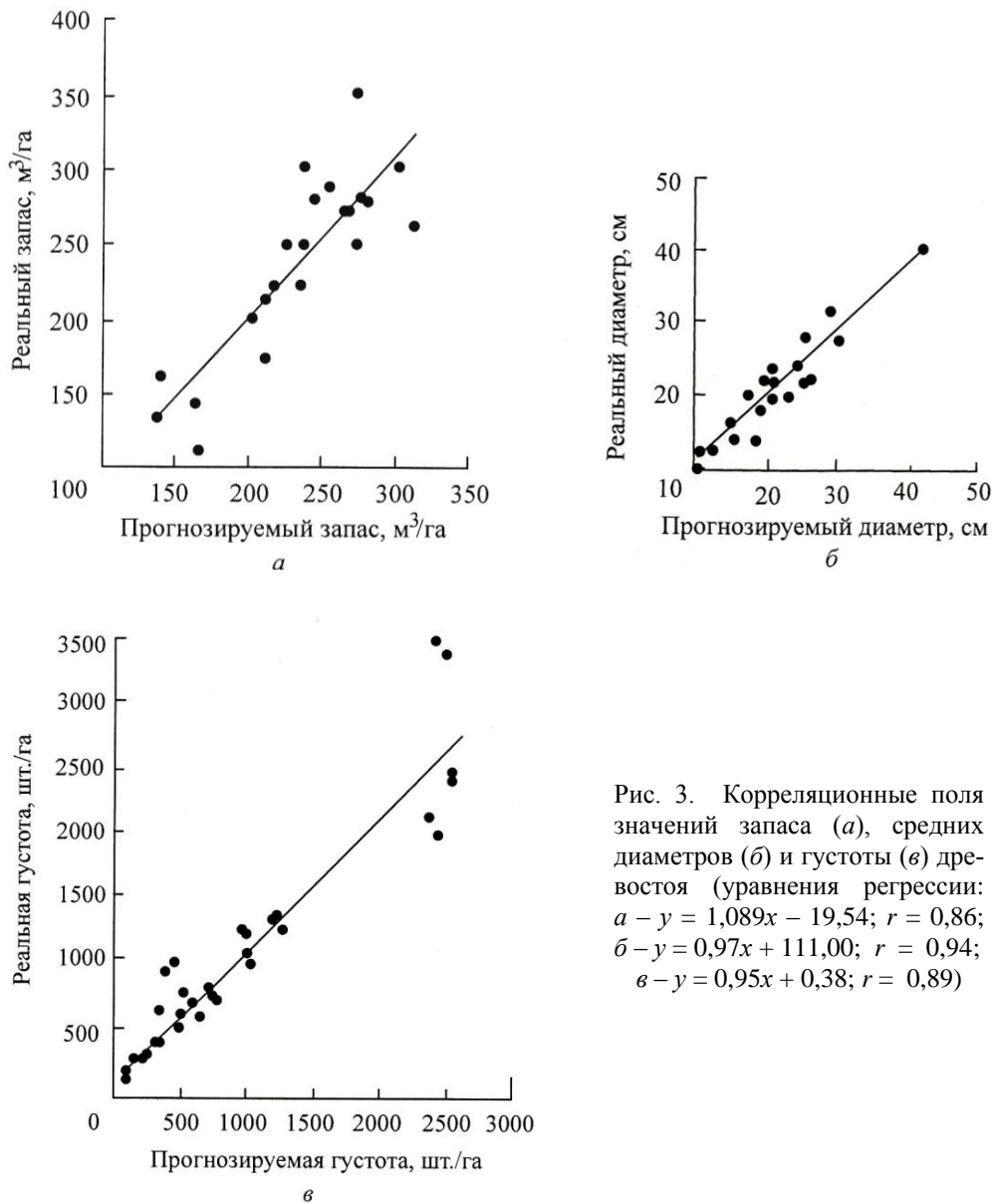


Рис. 3. Корреляционные поля значений запаса (а), средних диаметров (б) и густоты (в) древостоя (уравнения регрессии: а –  $y = 1,089x - 19,54$ ;  $r = 0,86$ ; б –  $y = 0,97x + 111,00$ ;  $r = 0,94$ ; в –  $y = 0,95x + 0,38$ ;  $r = 0,89$ )

диаметра и густоты древостоя. На рис. 3 представлены корреляционные поля значений этих показателей (точки) и линии регрессии, коэффициенты для которых рассчитаны методом наименьших квадратов. Полученные данные свидетельствуют о хорошей сходимости результатов прогноза и эксперимента. Аппроксимация линий регрессии полиномами высших степеней показывает, что коэффициенты при аргументах второй и третьей степеней пренебрежимо малы, а невязки изменяются незначительно по сравнению с невязкой для линейной регрессии.

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод о достоверности прогнозирования запаса, диаметра и густоты древостоя при проведении рубок промежуточного пользования. Результаты прогноза можно использовать при выборе стратегии проведения этих рубок с оптимизацией по величине прибыли и объему заготавливаемой древесины.

Представленная методика и разработанная на ее основе [1] программа обеспечивают возможность прогнозирования таксационных показателей древостоев и может быть использована специалистами лесного комплекса для решения лесоводственных, технологических и экономических задач при планировании и проведении рубок промежуточного пользования на конкретных участках лесного фонда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Колемаев, В.А.* Теория вероятностей и математическая статистика [Текст]: учеб. пособие для экон. спец. вузов / В.А. Колемаев, О.В. Староверов, В.Б. Турундаевский; под ред. В.А. Колемаева. – М.: Высш. шк., 1991. – 400 с.
2. Статистическая обработка результатов экспериментов на микро-ЭВМ и программируемых калькуляторах [Текст] / А.А. Костылев [и др.]. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1991. – 304 с.
3. *Хлюстов, В.К.* Закономерности формирования древесного прироста [Текст] / В.К. Хлюстов. – Л.: ЛТА, 1991. – 319 с. – Деп. в ВИНТИ 09.10.91, № 3908 – 91.

Поступила 28.01.09

*N.I. Rozhentsova*  
Mari State Technical University

#### **Checking Reliability of Forecast for Stands Inventory Characteristics in Thinning**

The technique of forecasting inventory characteristics of pine stands is tested, as well as its reliability and possibility of using in the real stands.

Keywords: inventory characteristics of stands, thinning, distribution law, correlation.

---

Таблица 1

## Таксационные данные материалов лесоустройства, лесорубочных билетов и натуральных замеров

Год лесоустройства	№ выдела/площадь, га	Изреживаемая площадь, га	Рубка	Год рубки	Состав древесно-стоя	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Класс возраста	Бонитет	Тип леса, тип условий местопроизрастания	Полнота	Запас на 1 га	Объем заготовленной древесины, м <sup>3</sup>
1954	15а/7,4	7,4	Прореживание	1962	10С	15	5	10	1	2	ск,с2	1,0	50	40,0
1968	25/6,6	6,6	Прореживание	1977	10С	29	13	16	2	1	ск,с2	0,8	150	105,8
1980	21/9,4	9,4	Проходная	1982	10С	41	16	18	3	1	ск,с2	0,9	220	198,0
1990	23/9,5	9,5	Проходная	2001 2002	10С	51	20	20	3	1	ск,с2	0,8	250	205,0 123,0
2003	28/8,6	–	–		10С	64	23	22	4	1	ск,с2	0,7	260	–

Примечания. 1. Подлесок – можжевельник, рябина; подрост – 10Е(25), 2 м, 2 тыс. шт./га; класс устойчивости – 1, проходимость – средняя, просматриваемость – средняя. 2. ск – сосняк кисличник, с2 – свежий сугрудок.