

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТАКСАЦИОННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

А.В. Кошелев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института агролесомелиорации, г. Волгоград, Российская Федерация



Проведено полевое эталонирование оптических космических снимков на таксационно-дешифровочных пробных площадях с целью определения основных таксационно-мелиоративных показателей лесных полос для формирования базы данных об их состоянии при создании агролесомелиоративной геоинформационной системы. На основе полученных данных осуществлена оценка степени достоверности определения основных таксационно-мелиоративных показателей лесных полос при дешифрировании.

The field calibration of optical satellite images on taxation-interpretive sampling plots to identify core taxation-reclamation indicators of forest belts to form a database of their condition when creating agroforestral geoinformation system was conducted. On the basis of the data obtained, the evaluation of accuracy degree of determination of core taxation-reclamation indicators of forest belts when interpreting was carried out.

Введение

Изучение защитных лесонасаждений (ЗЛН) с помощью космоснимков началось еще в середине 80-х гг. XX столетия, на их основе определяли пространственное размещение и геометрические параметры (длину и ширину) лесных полос. Таксационно-мелиоративные показатели насаждений определяли при помощи крупномасштабных аэрофотоснимков, так как космофотоснимки того времени обладали более низким качеством и разрешением, чем современные.

Применение оптических космоснимков высокого разрешения для целей агролесомелиорации является очень важным звеном в проведении научных исследований и практической реализации полученных результатов.

Дешифровочные признаки и таксационные показатели лесных полос Тимашевского полигона

Объектом исследований являлись полезащитные лесные полосы Краснодарского края. Тимашевский полигон, на котором проводились основные исследования, располагается в центральной сель-

скохозяйственной зоне Краснодарского края на Азово-Кубанской низменности. Площадь полигона составляет 1506,4 км².

Климат в Тимашевском районе умеренно-континентальный, с неустойчивым увлажнением. В июле средняя температура воздуха составляет +25 °С, зимой температура понижается до -3...-4 °С. Зимы мягкие, с частыми оттепелями. В год выпадает до 500...700 мм осадков. Рельеф полигона слабоволнистый с характерными замкнутыми большими и малыми понижениями. В почвенном отношении район попадает в зону слабокарбонатных западно-предкавказских черноземов.

Обследованные лесополосы, как правило, состоят из двух главных пород: робинии псевдоакации (*Robinia pseudoacacia*) и ясеня зеленого (*Fraxinus lanceolata*), ясеня зеленого и гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos*), ясеня зеленого и дуба черешчатого (*Quercus pedunculata*).

Лесные полосы из робинии псевдоакации и ясеня зеленого, ясеня зеленого и гледичии трехколючковой составляют 46% от общего числа обследованных насаждений, из ясеня зеленого и дуба черешчатого – 14%. Среди однопорodных насаждений высокий процент принадлежит полосам из робинии псевдоакации – 19% и ясеня зеленого – 12%, на остальные породы приходится от 3 до 1%.

Изображение лесной полосы на космоснимках представляет собой горизонтальную проекцию размещения различных видов древесно-кустарниковой растительности в пологе насаждения. Древесный полог любого насаждения формируется совокупностью крон деревьев, которые, в свою очередь, различаются между собой по форме и размерам как в пределах одной, так и между различными породами.

В результате проведенных исследований были выявлены основные дешифровочные признаки распространенных схем смешения и видового состава полезащитных лесных полос. Лесные полосы из чистой робинии псевдоакации распознаются по более узкой горизонтальной проекции полога, по сравнению с остальными насаждениями. Дубово-ясеневые и чистые ясеневые лесополосы имеют самую широкую горизонтальную проекцию полога, причем ясеневые насаждения отличаются более равномерным распределением крон в пологе,

Оценка тесноты корреляционной связи между средним диаметром ствола и средним диаметром кроны в полезащитных лесных полосах

№	Схемы смешения	$d_{ст}$, см	D_k , м	r	r^2	η	η^2	F	F_{st}
1	Робиния	24,5	3,4	0,97	0,94	0,99	0,98	3,2	4,39
	Ясень зеленый	25,1	3,4	0,98	0,97	0,99	0,98	0,7	3,63
2	Робиния	25,6	3,3	0,98	0,96	0,99	0,98	0,9	4,28
3	Ясень зеленый	25,3	3,5	0,98	0,95	0,99	0,97	1,2	3,63
	Дуб	31,7	4,2	0,98	0,96	0,99	0,98	1,6	4,53
4	Ясень зеленый	28,8	4,2	0,98	0,96	0,98	0,95	-0,3	4,12
	Гледичия	30,5	4,5	0,97	0,95	0,98	0,97	0,7	3,69
5	Ясень зеленый	26,7	3,5	0,98	0,95	0,98	0,96	0,1	19,25
6	Ясень обыкновенный	23,3	3,1	0,99	0,98	0,97	0,93	-1,6	5,79

с четко выраженными границами и довольно крупного размера. Гледичиево-ясеневые и робиниево-ясеневые полосы отличаются более рыхлой структурой полога, а друг от друга – более округлыми формами крон у робинии.

По результатам камеральной обработки данных, полученных при полевом эталонировании при обследовании ЗЛН на ключевых участках и дешифрировании космоснимков, была изучена связь между средним диаметром ствола и средним диаметром кроны преобладающих древесных пород.

Анализ взаимосвязи между средним диаметром ствола и средним диаметром кроны проводили на основе корреляционно-регрессионного анализа по алгоритму, принятому в вариационной статистике [1–4] при помощи встроенного пакета анализа данных в Microsoft Excel [5, 6].

Результаты полного корреляционного анализа по преобладающим схемам смешения лесных полос представлены в табл. 1, где приняты следующие обозначения: $d_{ст}$ – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см; D_k – диаметр кроны, м; r – коэффициент корреляции; η – корреляционное отношение; F – расчетный критерий Фишера; F_{st} – стандартный критерий Фишера.

Анализ данных показывает, что по всем схемам смешения величина коэффициента корреляции является высокой и варьирует от 0,97 до 0,98, что говорит об очень тесной связи между средними диаметрами ствола и кроны изучаемых пород. Также тесноту связи подтверждает и высокий показатель корреляционного отношения ($\eta = 0,96...0,99$).

В случае прямолинейной связи $\eta = r = 1$. Чем больше различия между коэффициентом корреляции и корреляционным отношением, тем более криволинейный характер имеет связь [5].

В данном случае разница между показателями η и r незначительна, что говорит о прямолинейности связи. Более точной оценкой характера связи является критерий криволинейной корреляции F .

Гипотеза о принадлежности к одной генеральной совокупности принимается, если $F < F_{st}$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$ (95 %). Из табл. 1 видно, что данное условие соблюдается. Поэтому связь между средними диаметрами ствола и кроны у изучаемых схем смешения можно считать линейной.

При помощи “Мастера диаграмм” и встроенного пакета анализа данных в Microsoft Excel проведен регрессионный анализ, по результатам которого получены регрессионные уравнения (1)–(9).

Сравнительная оценка фактических и расчетных средних диаметров стволов, выровненных по методу наименьших квадратов, представлена в табл. 2, где приняты следующие обозначения: $d_{ф}$ – фактический средний диаметр ствола; $d_{р}$ – расчетный средний диаметр ствола; e – стандартная ошибка.

Из таблицы видно, что стандартная ошибка между фактическими и расчетными значениями средних диаметров стволов не превышает 2 %.

Нормативы точности вычисления среднего диаметра для насаждения в целом составляют 2...4 см, а нормы допустимых отклонений при таксации насаждений в комплексе с камеральным дешифрированием аэрофотоснимков составляют ± 15 % [7].

Таблица 2

Сравнительная оценка значений фактических и расчетных средних диаметров стволов

№	Схемы смешения	d_f , см	d_p , см	e , %
1	Робиния	24,5	24,2	1,2
	Ясень зеленый	25,1	25,0	0,4
2	Робиния	25,6	25,6	0,0
3	Ясень зеленый	25,3	25,6	1,2
	Дуб	31,7	32,0	0,9
4	Ясень зеленый	28,8	29,2	1,4
	Гледичия	30,5	30,3	0,7
5	Ясень зеленый	26,7	26,7	0,0
6	Ясень обыкновенный	23,3	22,9	1,7

С учетом требований вышеизложенных нормативов, расчетные значения средних диаметров не превышают их, следовательно, полученные регрессионные уравнения правомерно использовать при определении средних диаметров стволов у пород в аналогичных схемах смешения.

Таким образом, средний диаметр ствола на высоте груди у изучаемых пород определяется по следующим уравнениям:

• смешанные двухпородные лесополосы из робинии псевдоакация и ясеня зеленого 50–55 лет – робиния: $d_{cp} = 7,7236 D_{cp} - 2,0781, R^2 = 0,94$ (1); ясень: $d_{cp} = 7,2872 D_{cp} + 0,2598, R^2 = 0,97$ (2);

• чистые однопородные лесные полосы, состоящие из робинии псевдоакация 30–35 лет – робиния: $d_{cp} = 8,2868 D_{cp} - 1,7035, R^2 = 0,96$ (3);

• смешанные двухпородные лесополосы из ясеня зеленого и дуба черешчатого 50–55 лет – ясень: $d_{cp} = 9,1662 D_{cp} - 6,4485, R^2 = 0,95$ (4); дуб: $d_{cp} = 9,4719 D_{cp} - 7,7997, R^2 = 0,96$ (5);

• смешанные двухпородные лесополосы из ясеня зеленого и гледичии трехколючковой 50–55 лет – ясень: $d_{cp} = 7,324 D_{cp} - 1,5766, R^2 = 0,96$ (6); гледичия: $d_{cp} = 9,2719 D_{cp} - 11,376, R^2 = 0,95$ (7);

• чистые однопородные лесные полосы из ясеня зеленого 50–55 лет и ясеня обыкновенного 55–60 лет – ясень зеленый: $d_{cp} = 5,7911 D_{cp} + 6,4185, R^2 = 0,95$ (8); ясень обыкновенный: $d_{cp} = 11,929 D_{cp} - 14,043, R^2 = 0,98$ (9).

Заключение

Таким образом, выявленные дешифровочные признаки лесных полос и полученные регрессионные

уравнения по определению среднего диаметра ствола древостоя на основе измерения среднего диаметра крон, посредством камерального дешифрирования оптических космоснимков, будут сформированы в базу данных для создания локальной агролесомелиоративной геоинформационной системы. Проведенная оценка достоверности полученных результатов подтверждает, что при камеральном измерении интересующих характеристик лесных полос на основе космических снимков необходимо сопоставлять данные с фактическими значениями для обеспечения достоверного результата.

Список литературы

1. Дворецкий М.Л. Пособие по вариационной статистике / М.Л. Дворецкий. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 104 с.
2. Здорик М.Г. Статистика для лесных специалистов / М.Г. Здорик. – 2-е изд., исправ. и доп. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 228 с.
3. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – 2-е изд. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 368 с.
4. Свалов Н.Н. Вариационная статистика: учеб. пособие для вузов / Н.Н. Свалов. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 176 с.
5. Герасимов Ю.Ю. Математические методы и модели в расчетах на ЭВМ: применение в лесопромышленности и экологии: учебник для лесных вузов / Ю.Ю. Герасимов, В.К. Хлюстов. – М.: МГУЛ, 2001. – 206 с.
6. Макаров Н.В. Статистика в Excel: учеб. пособие / Н.В. Макаров, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
7. Лесотаксационный справочник / Б.И. Грошев, П.И. Мороз, И.П. Сеперович [и др.]. – М.: Лесная промышленность, 1973. – 208 с.