

## АЭРОТАКСАЦИЯ ЛЕСОВ С ВЕРТОЛЕТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫХ АЭРОСНИМКОВ

**Н. Г. ХАРИН**

Младший научный сотрудник

(Лаборатория аэрометодов АН СССР)

Аэрофотосъемка, а также визуальные наблюдения с воздуха находят широкое применение в различных исследованиях. Особенно велика роль аэрометодов для изучения обширных лесных районов Севера и Сибири.

В настоящее время лесохозяйственники могут использовать в своих изыскательских и лесоучетных работах новейшие научные и технические достижения — вертолет и цветные спектрозональные аэроснимки, имея в виду, что вертолет имеет ряд технических преимуществ, дающих ему возможность при выполнении аэротаксационных работ успешно конкурировать с самолетом (меньшая скорость, лучший обзор, способность производить посадку на ограниченную по размерам площадку), а спектрозональные аэроснимки по своим дешифровочным свойствам превосходят все существующие типы аэроснимков.

Лаборатория аэрометодов АН СССР с 1954 г. применяет спектрозональную аэрофотосъемку для изучения лесов. Работы выполняются лесной группой Лаборатории под руководством старшего научного сотрудника С. В. Белова.

Основное преимущество спектрозональных аэроснимков заключается в том, что между изображением различных древесных пород и растительных ассоциаций создается цветовой контраст. Хвойные породы (сосна и ель) изображаются на спектрозональных аэроснимках сине-зеленым или зеленым цветом, лиственные породы (береза, осина, ольха) — пурпурным или оранжево-красным цветом с различными оттенками, лиственница по цвету фотоизображения близка к лиственным породам — она изображается оранжевым или светло-оранжевым цветом, моховые болота изображаются желтым цветом, сильно увлажненные места на болотах — сине-зеленым или синим, вода — темно-синим цветом.

По данным Лаборатории аэрометодов стоимость спектрозональной аэрофотосъемки выше черно-белой на 12—15%. Удорожается съемка за счет применения дорогой цветной фотобумаги и большой трудоемкости цветной печати.

Со спектрозональной пленки СН-2 обычными способами могут быть изготовлены, кроме того, черно-белые отпечатки. По своим дешифровоч-

ным качествам они имеют некоторые преимущества перед панхроматическими аэроснимками, так как изображения хвойных и лиственных пород разделяются на них отчетливее.

В 1956 г. в Онежском лесхозе Архангельской области Лаборатория аэрометодов совместно с Трестом лесной авиации проводила опытные работы по применению цветных спектрзональных аэроснимков. На спектрзональную пленку аппаратом К-178 ( $f = 152$  мм) нами заснято около 1500 км<sup>2</sup>. Цветные отпечатки изготовлялись экспедицией Лаборатории аэрометодов в полевых условиях сразу же после съемки и передавались для работы лесоустроительным партиям Треста лесной авиации. Спектрзональные аэроснимки использовались в наземных таксационных работах при аэротаксации и дешифрировании.

В 1957 г. в Онежском лесхозе проведена опытная аэротаксация с вертолета МИ-1 с применением черно-белых и цветных спектрзональных аэроснимков. В работах принимали участие Н. Г. Харин, П. Ф. Савенков, В. А. Анучин. Методика опытов разрабатывалась под общим руководством главного инженера треста лесной авиации Д. П. Васильевского.

Аэротаксация с вертолета выполнена на площади 10 000 га, состоящей из двух опытных участков — Северного и Южного. На этих участках преобладают спелые и перестойные насаждения ели и сосны с примесью лиственницы, березы и осины.

Перед началом работ исполнители, участвовавшие в наземных и аэротаксационных работах, прошли наземную тренировку на 35 пробных площадях и по таксационному ходу. Для тренировки применялась методика, предложенная проф. Г. Г. Самойловичем. Ошибки всех исполнителей в определении таксационных показателей оставались в следующих пределах: по преобладающей породе  $\pm 1,0$  состава, по возрасту  $\pm 1$  класс, по полноте  $\pm 0,1$ , по средней высоте  $\pm 5-7\%$ , по среднему диаметру  $\pm 8-10\%$ , по запасу на 1 га  $\pm 12-13\%$ . Аэротаксационная тренировка проводилась по маршруту наземной таксации протяженностью около 30 км.

Следует указать на некоторые особенности эксплуатации вертолета МИ-1. Согласно наставлению ГВФ (Гражданский воздушный флот) зависание на вертолете можно производить на высоте, не превышающей 10 м над землей; зависание на большей высоте запрещается; минимальная скорость вертолета 40 км/час. Однако такая скорость может выдерживаться только в течение нескольких минут, поэтому аэротаксация производилась на скорости полета 60 км/час.

В состав экипажа входили аэротаксатор и штурман, которые размещались в вертолете на сиденьях позади пилота. С этого места наблюдатель имеет хороший обзор в одну сторону, вниз и отчасти вперед. В наших работах слева помещался аэротаксатор, справа — штурман, аэротаксация велась с одного борта. Полеты производились на высоте 100 м и 250 м по параллельным маршрутам с интервалом в 1 км. При аэротаксации применялись фотосхемы из цветных и черно-белых аэроснимков: на северном участке использовались цветные фотосхемы, а на южном — черно-белые.

Результаты определения таксационных показателей по отдельным выделам приводятся в табл. 1.

Таблица показывает, что по точности описания выделов аэротаксация с применением черно-белых аэроснимков мало отличается от таксации по цветным снимкам. Близкие данные получены также при аэротаксации с высоты 100 м и 250 м.

При аэротаксации северного участка с высоты 100 м получены несколько худшие результаты в определении состава и возраста насажде-

Таблица 1

| Таксационные показатели<br>и точность определения | Северный опытный участок |     |               |     | Южный опытный участок |     |               |     |
|---|--------------------------|-----|---------------|-----|-----------------------|-----|---------------|-----|
|   | H = 250 м                |     | H = 100 м     |     | H = 250 м             |     | H = 100 м     |     |
|   | число случаев            | %   | число случаев | %   | число случаев         | %   | число случаев | %   |
| Состав: правильно . . . . .                       | 75                       | 65  | 88            | 60  | 264                   | 70  | 248           | 65  |
| отклонение на 2 единицы . . . . .                 | 14                       | 12  | 34            | 23  | 50                    | 13  | 59            | 16  |
| отклонение на 3 единицы и более . . . . .         | 26                       | 23  | 26            | 17  | 64                    | 17  | 75            | 20  |
| Итого: . . . . .                                  | 115                      | 100 | 148           | 100 | 378                   | 100 | 382           | 100 |
| Возраст: правильно . . . . .                      | 115                      | 100 | 126           | 85  | 315                   | 83  | 324           | 85  |
| отклонение на 3 класса . . . . .                  | —                        | —   | 22            | 15  | 63                    | 17  | 58            | 15  |
| Итого: . . . . .                                  | 115                      | 100 | 148           | 100 | 378                   | 100 | 382           | 100 |
| Бонитет: правильно . . . . .                      | 79                       | 69  | 98            | 66  | 295                   | 78  | 294           | 88  |
| отклонение на 1 класс . . . . .                   | 36                       | 31  | 50            | 34  | 83                    | 22  | 88            | 23  |
| Итого: . . . . .                                  | 115                      | 100 | 148           | 100 | 378                   | 100 | 382           | 100 |
| Полнота: правильно . . . . .                      | 86                       | 75  | 118           | 79  | 302                   | 80  | 280           | 73  |
| отклонение на 0,2 . . . . .                       | 21                       | 18  | 26            | 18  | 69                    | 18  | 72            | 19  |
| отклонение на 0,3 . . . . .                       | 8                        | 7   | 4             | 3   | 7                     | 2   | 30            | 8   |
| Итого: . . . . .                                  | 115                      | 100 | 148           | 100 | 378                   | 100 | 382           | 100 |

ний, так как участок имеет холмистый рельеф и более сложные насаждения, а ориентировка с вертолета на малых высотах (70—100 м) в условиях холмистого рельефа затруднительна вследствие уменьшения обзора местности.

Анализ ошибок в определении состава показал, что максимальные погрешности допущены при таксации, главным образом, небольших по площади выделов (5 га и меньше), трудноопознаваемых с воздуха, а также выделов с двухярусными насаждениями. При аэротаксации бывает трудно выделить ярусы, поэтому многие участки, где имеется I ярус, составленный из березы или осины, и II ярус, состоящий из ели, при таксации с вертолета описываются как одноярусные и тем самым завышается доля участия лиственных пород в составе насаждения.

При камеральной обработке материалов средние высоты и запасы на 1 га определялись по таблицам. Сравнение аэротаксационных данных с наземными показало, что в 50% случаев отклонения в определении запаса на 1 га оставались в пределах  $\pm 15\%$ , в 68% случаев — в пределах  $\pm 25\%$  и лишь в 10% случаев отклонения достигали 50% и более.

В качестве опыта в 80 выделах с вертолета путем глазомерной оценки определялись средние высоты и средние диаметры насаждений. Полет производился на высоте 70—80 м. В 70% случаев абсолютные ошибки в определении средней высоты не выходили за пределы  $\pm 2$  м, в остальных отклонения не превышали 4—5 м. Средние диаметры в 50% случаев определялись с отклонениями, не превышающими нормы допусков наземной таксации ( $\pm 2$  см), в 20% случаев ошибки составляли 8—10 см.

Для изучения возможностей повышения производительности аэро-

таксации был выполнен полет экипажем, состоящим из двух аэротаксаторов. Исполнители имели по одному экземпляру одинаковых фотосхем с нанесенными контурами выделов и линиями маршрутов. Полеты производились на разных высотах (от 100 до 300 м) при скорости 60 км/час. Аэротаксация осуществлялась с обоих бортов двумя исполнителями одновременно. Оптимальной при ориентировке и работе была признана высота 200—250 м, когда расстояние между маршрутами составляет 1 км, и высота 300 м при двухкилометровом расстоянии между маршрутами. Обоими исполнителями было описано 85 выделов. В большинстве случаев данные описания отличались между собой не больше, чем на величину допусков, принятых при наземной таксации. Правильность прохождения по маршруту контролировалась обоими аэротаксаторами, а в необходимых случаях пилоту давались указания об изменении курса. При участии в работе двух аэротаксаторов производительность работ увеличивается в два раза. При таком составе экипажа один из аэротаксаторов должен являться старшим (желательно, чтобы это был более опытный работник) и руководить работой всего экипажа в воздухе.

Было выполнено камеральное дешифрирование цветных спектральных аэроснимков масштаба 1 : 15 000 на площади 1500 га. Вследствие резких цветовых различий между хвойными и лиственными породами распознаваемость границ, разделяющих выделы на этих аэроснимках, улучшается. Проведенные нами исследования позволяют считать, что на спектральных аэроснимках протяженность резко распознаваемых границ больше на 30—40 %, чем на черно-белых аэроснимках. Сравнение результатов дешифрирования по отдельным выделам показывает, что при аэротаксации примесь лиственных пород к хвойным в 90 % случаев определяется с точностью наземной таксации. Однако при дешифрировании возникают затруднения в разделении березы и осины, а также березы и лиственницы, вследствие незначительных цветовых различий в окраске листвы и хвои этих пород. С вертолета эти породы можно опознавать точнее.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Применение вертолета для аэротаксации повышает точность описания отдельных выделов.
2. Путем глазомерной оценки с вертолета при высоте полета 70—90 м можно определять средние высоты насаждений и средние диаметры на высоте груди.
3. Для повышения производительности аэротаксации в состав экипажа вертолета должны входить два аэротаксатора.
4. Вертолет МИ-1 не удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым лесной аэротаксацией. Необходимо создать новые типы легких вертолетов, обладающие минимальной скоростью длительного полета (20—30 км/час) и способные зависать на высоте 100—200 м. Эти качества позволят значительно повысить точность аэротаксации.
5. Необходимо шире использовать дешифровочные свойства спектральных аэроснимков. При аэротаксационных работах с применением вертолета и спектральных аэроснимков отдельные участки, менее сложные по составу или по другим показателям, могут быть намечены для камерального дешифрирования, которое впоследствии должно быть проконтролировано с вертолета. Это позволит, не снижая качества работ, сократить расходы на дорогостоящее летное время таксатора.