

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЯРКОСТЬ ЛИСТВЕННОЙ ПРИ
ПОВРЕЖДЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ГАЗАМИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО
СЕВЕРА

Сибирский технологический институт

При решении вопросов охраны и рационального использования лесных ресурсов все большее значение приобретают такие дистанционные методы, как аэро- и космическая съемка. Эти методы перспективны и при диагностике болезней леса в кратчайшие сроки на больших площадях и в труднодоступных районах [4-8].

Одним из важнейших факторов, определяющих дешифровочные признаки лиственной на аэрофотоснимках, является спектральная отражательная способность хвой отдельных деревьев. Этот фактор приобретает еще большее значение при разработке методов лесопатологического дешифрирования аэрофотоснимков. Кривые спектральной яркости здоровых и в различной степени поврежденных деревьев позволяют теоретически обосновать прямые и косвенные признаки для дешифрирования таких лесов, выбрать наиболее информативные интервалы спектра при многоспектральной съемке и использовать спектральные характеристики для специальных съемок и микрофотометрического анализа фотоизображения.

Объектом изучения спектральной отражательной способности хвой лиственной при повреждении промышленными газами в лесотундре (бассейн р.Енисей) служили лиственничники IV-V классов бонитета с полнотой до 0,5 и запасом до 50 м³/га, расположенные за Северным полярным кругом. Причиной гибели таких насаждений являются серный (SO_3) и сернистый (SO_2) ангидриды, выбрасываемые промышленными предприятиями в атмосферу в концентрациях, превышающих предельно допустимую концентрацию.

Токсическое действие указанных ангидридов проявляется в изменении оптических свойств хвои, а завершается гибелью насаждений.

Как отмечает Г. Вальтер [1], положение альпийской границы леса во многом зависит от деятельности человека: интенсивный выпас оленей, причиняющий большой ущерб растительности, необоснованные вырубki леса. К этому следует добавить повреждение лесов промышленными газами на больших площадях. Совершенно очевидно, что выявление и оценка таких повреждений необходима не только для контроля за чистотой атмосферы, но и для предотвращения продвижения тундры на юг, заболачивания лесистых районов и нарушения водного режима водоемов.

При визуальном обследовании поврежденных насаждений нами были выделены следующие категории состояния деревьев:

- I. Здоровые деревья с нормальной окраской хвои.
- II. Слабое повреждение — деревья с желто-зеленой хвоей.
- III. Сильное повреждение — деревья с буро-красной хвоей.
- IV. Свежий сухостой — деревья с обесхвоенной кроной, форма кроны сохраняется.
- V. Старый сухостой — деревья с нарушенной формой кроны.

Наибольшее значение для дешифрирования аэрофотоснимков имеют спектральные характеристики первых трех категорий.

При оценке кривых спектральной яркости хвои контрольных и поврежденных деревьев и установления наиболее информативных интервалов спектра для съемки таких лесов нами использованы три методических приема: расчет спектральных контрастов [2], расчет равности ахроматических плотностей изображения объектов [3] и графический анализ кривых спектральной яркости [5,6].

На рисунках и в табл. I приведены данные о спектральной

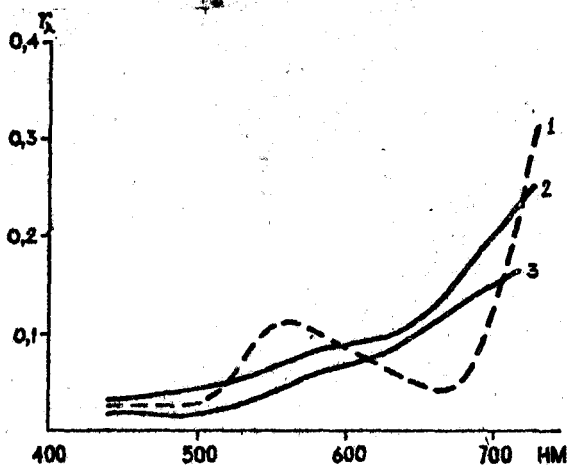


Рис. 1. Спектральная яркость хвои лиственницы при повреждении промышленными газами:
 1-хвоя контрольных деревьев, 2-хвоя поврежденных деревьев (начальная стадия)

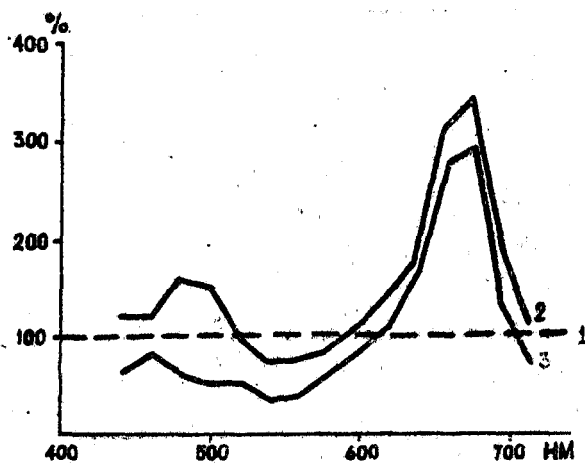


Рис. 2. Различия в коэффициентах спектральной яркости хвои контрольных и поврежденных деревьев:
 1-начальная стадия повреждения, 2-усыхающие деревья

яркости лиственницы при начальной стадии повреждения.

Таблица I

Спектральная яркость хвои лиственницы сибирской при повреждении промышленными газами (начальная стадия повреждения)

Длина волны, нм	Коэффициенты спектральной яркости		$\frac{r_2''}{r_2^k}$, %	Спектральные контрасты ^{ж)} , К	Разность ахроматических плотностей, ΔD
	Повреждение r_2''	Контроль r_2^k			
440	0,030	0,025	120	0,17	-0,0792
460	0,030	0,025	120	0,17	-0,0792
480	0,040	0,025	160	0,38 ^п	-0,2042
500	0,045	0,030	150	0,30 ^п	-0,1761
520	0,050	0,050	100	0	0
540	0,060	0,080	75	0,25	+0,1249
560	0,075	0,110	78	0,32 ^п	+0,1663
580	0,085	0,105	81	0,19	+0,0908
600	0,090	0,085	106	0,06	-0,0248
620	0,095	0,070	136	0,26	-0,1326
640	0,105	0,060	175	0,43 ^п	-0,2510
660	0,125	0,040	312	0,68 ^т	-0,4948
680	0,155	0,045	345	0,71 ^т	-0,5371
700	0,200	0,105	190	0,48 ^в	-0,2798
720	0,250	0,225	111	0,10	-0,0457

Как видно из графиков (рис.1,2) и выше-приведенной таблицы, наиболее информативные интервалы спектра находятся в зоне 660-680 нм.

Как видно из рис.1,2 и табл.2, наиболее информативными интервалами спектра для съемки таких насаждений являются зоны 680-660 нм и 540-560 нм (вторично выделенные интервалы спектра). Это подтверждается графическим анализом и величинами К, ΔD .

ж) п - первично выделенные интервалы спектра, в - вторично и т - третично выделенные интервалы спектра.

Таблица 2

Спектральная яркость хвои лиственницы сибирской при повреждении промышленными газами (усыхающие деревья)

Длина волны, нм	Коэффициент спектральной яркости		$\frac{r_2^n}{r_2^k}$, %	Спектральные конт-расты, К	Разность ахроматических плотностей, ΔD
	Поврежденные, r_2^n	Контроль, r_2^k			
440	0,015	0,025	60	0,40	+0,2218
460	0,020	0,025	80	0,20	+0,0969
480	0,015	0,025	60	0,40	+0,2218
500	0,015	0,030	50	0,50 ^П	+0,3011
520	0,025	0,050	50	0,50 ^П	+0,4771
540	0,030	0,080	38	0,63 ^В	+0,4260
560	0,040	0,110	36	0,64 ^В	+0,4393
580	0,060	0,105	57	0,43 ^П	+0,2930
600	0,070	0,085	82	0,18	+0,0843
620	0,075	0,070	107	0,07	-0,0300
640	0,090	0,060	150	0,33	-0,1760
660	0,110	0,040	275	0,64 ^В	-0,4393
680	0,130	0,045	289	0,65 ^Т	-0,4607
700	0,150	0,105	143	0,33	-0,1549
720	0,170	0,225	76	0,24	+0,1218

Следует отметить следующие особенности анализируемых кривых спектральной яркости хвои лиственницы различного физиологического состояния: в начальной стадии спектральная яркость хвои выше по всему участку изучавшегося спектра по сравнению с усыхающими насаждениями; усыхающие насаждения имеют большие отличия от контроля в зеленых лучах и зоне полосы поглощения хлорофилла. Аналогичные закономерности отмечены нами и при анализе кривых спектральной яркости листьев березы в очаге повреждения.

Выше приведенные данные могут быть использованы как при дешифрировании аэрофотоснимков, так и для разработки теоретических основ диагностики болезней леса с помощью дистанционных методов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вальтер Г. Растительность Земного шара. Т.Ш, М., "Прогресс", 1975.
2. Иванян Г.А. Использование спектральных контрастов при выборе интервалов спектра в диапазоне 0,5 - 0,84 мкм для съемки природных образований. - В кн.: Проблемы физики атмосферы, вып.Ю. Л., ЛГУ, 1972.
3. Иорданский А.Н. Спектрзональная цветная аэрофотография. Автореф.дис. на соискание ученой степени доктора техн. наук. М., 1966.
4. Прокудин Ю.А. К методике лесопатологического дешифрирования спектрзональных аэрофотоснимков. - В сб.: Лесная таксация и лесоустройство. Межвуз.сб.научн.трудов. Красноярск, СТИ, 1972.
5. Прокудин Ю.А., Фурьев В.В. Использование спектрзональной аэрофотосъемки для диагностики послепожарного состояния лесов. - В кн.: Горение и пожары в лесу. Красноярск, 1973.
6. Прокудин Ю.А. Аэрофотосъемка в диагностике неинфекционных болезней леса. - В кн.: Учет лесного фонда и организация лесного хозяйства. Межвуз.сб.научн.трудов, вып.6. Красноярск, СТИ, 1976.
7. Прокудин Ю.А. Об интервалах спектра в диапазоне 460-720 нм для съемки и диагностики болезней лиственницы по аэрофотоснимкам. - В сб.: Лиственница, т.УП. Межвуз.сб.научн.трудов. Красноярск, СТИ, 1976.
8. Харин Н.Г. Лесохозяйственное дешифрирование аэрофотоснимков. М., "Наука", 1965.