

Высота деревьев сосны и диаметр крон в зависимости от возраста

Возраст, лет	3	4	5	6	7	8	9	10
Высота, м	0,32	0,45	0,66	0,95	1,32	1,77	2,30	2,91
Диаметр кроны, м	0,17	0,36	0,57	0,80	1,05	1,32	1,61	1,92

Указанное в табл.1 расстояние между растениями в рядах в 1,0 и 1,5 м принято нами исходя из технической возможности лесопосадочной машины МЛУ-1. При данном расстоянии смыкание крон деревьев в рядах будет наблюдаться в 6–8-летних культурах (см. табл.2), если учесть, что для посадки используются, как правило, однолетние сеянцы сосны. Следовательно, при создании сосновых культур применять расстояние в рядах меньше 1 м нецелесообразно. Тем более, что к 15-летнему возрасту будет наблюдаться, вероятно, и смыкание крон деревьев между рядами.

В заключение необходимо отметить, что рекомендуемые придержки по размещению посадочных мест при создании лесных культур сосны направлены на уменьшение затрат по производству лесных культур при последующем проведении рубок ухода и в то же время обеспечивают формирование высокополнотных и продуктивных древостоев к возрасту главной рубки.

Придержки по размещению посадочных мест, особенно по максимально возможному расстоянию между деревьями, могут использоваться при рубках ухода.

Поскольку при лесотаксационных и дендроклиматических исследованиях керны отбираются со ствола дерева обычно на высоте 1,1–1,2 м, то для определения возраста дерева необходимо увеличить на 6 лет количество годовичных колец на кернах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Писаренко А. И., Редько Г. И., Мерзленко М. Д. Искусственные леса: В 2-х частях. – М., 1992.
2. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР / Под ред. В. Ф. Багинского. – М.: УБНТИ-лесхоз, 1984.
3. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М., 1984.

УДК 630*443.3

И. А. Тяшкевич, директор УП «Космоаэрогеология» НАН Беларуси;
 О. А. Атрощенко, профессор; А. П. Кулагин, гл. инженер УП «Белгослес»;
 Б. И. Беляев, зав. лабораторией НИИ ПФП БГУ; И. Д. Дубовик, нач. отдела УП «Белгослес»; Д. Г. Балабаев, зав. сектором УП «Космоаэрогеология» НАН Беларуси;
 А. Р. Понтус, директор УП «Лесмашинвест»; Н. И. Федоров, профессор; А. И. Блинцов, доцент; Я. И. Марченко, директор ГУ «Беллесозащита»; Г. Ф. Мишнева, вед. инженер ГУ «Беллесозащита»; А. М. Пшонко, директор ГУ «Беллесавиа»

КРИЗИСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ БЕЛАРУСИ И МНОГОУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА ЕГО ОЦЕНКИ

Is predicted further shrinkage of the Minsk area spruce stands. The opportunities of space and air levels of system of monitoring of a status of woods are stated and the results of tests of their technologies are informed. The engineering of inspections of a ground level is given.

Леса Беларуси испытывают на себе негативное влияние множества неблагоприятных факторов: биотических (вредители и болезни), абиотических (аномальные погодноклиматические условия) и антропогенных (хозяйственная деятельность). Все они в совокупности способны вызвать патологические процессы в лесу и причинить огромный ущерб лесному хозяйству.

Санитарное состояние еловых и частично сосновых насаждений в лесах Беларуси продолжает оставаться нестабильным и требует реализации комплекса санитарно-оздоровительных и лесозащитных мероприятий. Этому в большой степени способствовали засушливые 1992, 1994 и 1999 годы, после которых началось массовое размножение различных групп насекомых-вредителей на значительных площадях и, как следствие, массовое поражение и усыхание древостоев ели.

На начало 2002 года площадь поврежденных древостоев составляет 200 171 га, из них 31 980 га (16%) приходится на долю вредителей и 168 191 га (84%) – на долю болезней, среди которых преобладает корневая губка (91,6%).

Наибольшие площади очагов болезней наблюдаются, как и в прошлые годы, в Гомельском (32,8%), Минском (22,2%) и Брестском (14,5%) ПЛХО.

Под воздействием различных неблагоприятных факторов (биотических и абиотических) в 2001 году погибло 10 946 га насаждений, в том числе:

- от воздействия погодных условий – 9 145 га (87,1%);
- от излишней влажности – 577 га (5,5%);
- от лесных пожаров – 398 га (3,8%);
- от болезней – 239 га (2,3%);
- от отрав дикими животными – 95 га (0,9%);
- от вредных насекомых – 42 га (0,4%).

Как уже отмечалось, произошло масштабное усыхание еловых насаждений и формирование очагов стволовых вредителей, в частности короеда-типографа. Только площадь ельников III категории состояния, то есть расстроенных, утративших биологическую устойчивость и требовавших проведения сплошных санитарных рубок, в 2001 году составила 8,1 тыс. га, а площадь насаждений с нарушенной устойчивостью, на которой проведены выборочные санитарные рубки, – 18 418,2 га.

Как видно из вышесказанного, лесопатологическая обстановка в лесах страны в 2001 году оставалась напряженной. Более того, прослеживается устойчивая тенденция к ее ухудшению. Белорусские ученые прогнозируют вероятность наступления нового периода массового усыхания еловых насаждений республики в 2002–2005 годах. Этому способствуют, прежде всего, погодноклиматические условия прошедшего десятилетия (неоднократные засухи, ураганы и связанные с ними ветровалы и буреломы). Все эти аномальные явления в комплексе, с одной стороны, нарушили стабильность и механизмы саморегуляции лесных экосистем, вызвали ослабление насаждений и снизили их устойчивость, а с другой стороны, создали благоприятные условия для массового размножения и развития различных видов вредителей и болезней.

В пользу прогноза о новом массовом усыхании ельников свидетельствуют и показатели динамики этого процесса, приведенные в табл. 1.

Анализ объема выявленных и взятых на учет усыхающих ельников, в т.ч. и невырубленного их остатка, показывает, что среди 19 лесхозов Минского ПЛХО и в прошлом году, и в наступившем 2002 первые два места занимают Молодечненский и Столбцовский лесхозы.

Динамика усыхания еловых насаждений по Минскому ПЛХО в 2001–2002 году, га/тыс.м³

Лесхоз	Всего ельников	Постановка на учет и невырубленный остаток усыхающих ельников							
		на 01.12.2001 г.		на 01.01. 2002 г.		на 01.02.2002 г.		на 01.03. 2002 г.	
		взято на учет	остаток	взято на учет	остаток	взято на учет	остаток	взято на учет	остаток
Березинский	9570	14,3	1,0	15,8	1,5	—	1,5	1,2	1,0
	2035,0	3,3	0,1	3,6	0,3	—	0,3	0,3	0,2
Борисовский	20916	429,2	157,3	429,2	137,2	—	103,4	16,9	33,9
	4917,7	111,0	43,6	111,0	34,2	—	29,4	4,6	7,4
Вилейский	9112	63,0	4,0	136,0	70,0	—	44,0	12,0	29,0
	2081,8	13,7	0,7	28,3	13,2	—	7,6	5,6	6,4
Воложинский	13055	379,1	173,4	379,1	132,4	—	93,3	—	42,6
	2764,9	84,2	37,9	84,2	29,5	—	209,0	—	9,2
Клецкий	5030	401,0	144,0	409,0	98,0	—	66,0	—	30,0
	850,9	91,6	28,0	94,6	22,0	—	15,1	—	7,1
Копыльский	8567	240,0	17,5	310,0	12,2	16,0	13,0	40,3	9,4
	1885,9	51,5	3,6	62,0	2,2	2,9	2,4	7,0	1,7
Крупский	9177	43,3	23,1	43,3	22,3	—	17,3	—	5,2
	1796,1	9,7	4,7	9,7	4,4	—	3,0	—	0,6
Логойский	18843	150,0	62,7	150,0	56,0	35,8	84,3	35,8	48,1
	3978,6	41,7	17,0	41,7	15,6	8,1	20,6	8,1	10,3
Любанский	4203	7,0	1,2	7,0	0,4	2,0	1,2	2,0	0
	818,2	1,4	0,2	1,5	0,1	0,4	0,3	0,4	0
Минский	10687	252,0	36,0	314,0	40,0	6,0	29,0	26,0	25,0
	2700,2	60,2	7,6	75,2	9,8	1,5	7,6	4,9	4,7
Молодечненский	8094	562,3	311,3	552,3	282,8	—	269,5	—	223,0
	1898,9	89,9	49,9	89,9	43,5	—	41,2	—	32,6
Пуховичский	6447	49,0	3,8	64,0	15,7	—	9,4	1,0	4,7
	1374,4	10,5	0,4	14,1	3,0	—	1,6	0,3	0,7
Слуцкий	6144	38,7	42,0	38,7	2,0	—	0	4,0	0
	1135,1	9,2	1,0	9,2	0,4	—	0	1,5	0
Смолевичский	7539	200,0	44,0	200,0	29,0	32,0	35,0	32,0	12,0
	1755,1	45,4	8,0	47,4	6,5	8,2	8,0	8,2	3,6
Старобинский	997	1,4	0	1,4	0	—	0	0	0
	166,8	0,1	0	0,1	0	—	0	0	0
Стародорожский	3538	24,8	12,3	24,8	10,9	—	9,9	—	4,7
	728,9	6,2	3,4	6,2	2,8	—	2,6	—	1,2
Столбцовский	8516	663,5	280,3	663,5	222,2	—	179,0	—	95,6
	1999,5	152,6	65,8	152,6	53,6	—	42,7	—	21,1
Узденский	5912	54,46	1,0	70,2	5,0	10,0	5,0	10,0	1,5
	1180,3	13,49	0,2	16,8	1,0	2,5	1,1	2,5	0,3
Червенский	11640	95,0	16,0	108,0	16,0	39,1	48,1	42,0	33,0
	2078,5	25,9	3,4	29,7	3,8	11,1	12,7	11,1	8,6
Итого	167987	3658,1	1294,1	3916,3	1153,6	140,9	1008,9	223,2	598,7
	36146,8	821,59	275,4	877,8	245,9	34,7	217,1	54,0	115,7

Для дистанционной индикации и экологической оценки состояния пораженных лесных природно-территориальных комплексов в процессе выполнения работ применяется структурно-аналитический метод дешифрирования и интерпретации космических изображений на основе их аналогово-компьютерной обработки, который позволяет провести ландшафтно-экологическое районирование и составить серию разномасштабных карт экологического состояния и ландшафтной приуроченности очагов поражения лесных фитоценозов различными фито- и энтомовыми вредителями, что является природной основой для создания различных тематических и ресурсных карт, в том числе и лесопатологических.

Информационная база оценки кризисных состояний лесных насаждений формируется по нескольким каналам. С одной стороны, по материалам учетов и наблюдений в природных условиях поступает экологическая информация о численных и структурных параметрах популяций насекомых, их взаимоотношениях с кормовыми растениями, а с другой – формируется банк данных, характеризующих среду обитания насекомых (гидрометеорологическая, фенологическая, лесоводственная информация). Только в этом случае появляется возможность перехода к эколого-математическому моделированию системы фитоценоз – патологический фактор.

Методология лесопатологических работ с использованием дистанционных средств сбора информации должна формироваться и базироваться на многолетних материалах по изучению насаждений, поврежденных корневой губкой, сосновым пильщиком, короедом-типографом, шелкопрядом-монашенкой и др. вредителями, а также на ландшафтно-экологическом подходе к анализу пространственного размещения очагов поражения. В качестве физиономических индикационных признаков пораженных природно-территориальных комплексов используются текстура и структура изображения очага и его спектральная аномалия на аэрокосмическом изображении (снимке). Это позволяет диагностировать ослабление и поражение фитоценоза на ранней стадии и прогнозировать степень возможного повреждения лесов, а также подбирать ключевые участки для надзора за лесами в межвспышечный период.

Для создания многоуровневой системы оценки кризисных состояний лесных насаждений лесов Беларуси используются три уровня исследований: космический, авиационный и наземный.

Космический уровень включает в себя изучение природных ресурсов с использованием большого количества космических систем: NOAA, Метеор-3М, Космос, Океан, Алмаз, Spot и др. и получаемых космических снимков. Однако из-за довольно низкого пространственного разрешения и неподходящего диапазона спектральных каналов эти снимки практически не пригодны для целей ранней диагностики кризисных состояний лесных насаждений.

Российская космическая система Ресурс включает два типа датчиков. МСУ-СК – многозональное сканерное устройство среднего разрешения с пятью диапазонами (0,5–0,6; 0,6–0,7; 0,7–0,8; 0,8–1,7 мкм) с разрешением 160 м и 10,5–12,5 мкм – с разрешением 600 м. Эта система может быть использована только при региональных исследованиях из-за довольно низкого разрешения. Система МСУ-Э – многозональное сканерное устройство электронного типа высокого разрешения (45 м) с тремя диапазонами съемки (0,5–0,6; 0,6–0,7; 0,8–0,9) в течение 1998–2001 гг. проверена на эталонно-калибровочных участках (ЭКУ) Воложинского, Молодечненского и Столбцовского лесхозов и рекомендуется для использования при оценке ранней диагностики кризисного состояния лесных насаждений. Кроме того, в рамках кредита Мирового банка закуплена и в

2002 г. запущена в эксплуатацию региональная станция приема космической информации с ИСЗ Terra и Метеор-3М на базе УП «Белгослес» для ведения космического мониторинга лесов Беларуси.

Существующие современные технологии космического мониторинга лесов Беларуси позволяют рекомендовать следующие космические системы, которые проверены на ЭКУ в пределах Воложинского, Молодечненского и Столбцовского лесхозов Минского ПЛХО.

Снимки Landsat 7 ETM⁺ на сегодняшний день являются наиболее информативными для целей ранней диагностики кризисных состояний лесных насаждений и имеют следующие характеристики:

объем памяти всех зон – около 700 Мбайт;

размеры кадра позволяют охватить участок размером 180x180 км, что составляет 32,4 тыс. км² по площади;

восемь спектральных диапазонов 0,45–0,52; 0,53–0,61; 0,63–0,69; 0,78–0,90; 1,55–1,75; 10,4–12,5; 2,09–2,35 и 0,52–0,90 (микрометры);

разрешающая способность на местности от 30 м (тепловой диапазон) до 15 м (видимая область спектра), а специальная аналогово-компьютерная обработка позволяет довести этот показатель до 5 м.

Таким образом, космические снимки Landsat 7 ETM⁺ имеют широкую гамму диапазонов в ИК- и тепловой областях спектра и довольно высокое разрешение, что позволяет использовать их для ведения космического мониторинга лесов.

В конце 90-х годов был запущен американский спутник Terra с системами Aster (высокое разрешение) и Modis (среднее разрешение). Для целей ранней диагностики кризисного состояния лесных насаждений наиболее информативной является система Aster, космические снимки которой имеют следующие характеристики:

размеры кадра 60x60 км, что составляет 3600 км²;

четырнадцать спектральных диапазонов, в том числе видимая, ИК- и тепловая области спектра (микрометры) 0,52–0,60; 0,63–0,69; 0,76–0,86; 1,60–1,70; 2,145–2,185; 2,185–2,225; 2,235–2,285; 2,295–2,365; 2,36–2,43; 8,125–8,475; 8,475–8,825; 8,925–9,275; 10,25–10,95; 10,95–11,65;

разрешающая способность на местности – 15 м (видимая область спектра), 30 м (ИК-диапазон) и 90 м (тепловой диапазон); реальное разрешение после проведения компьютерной обработки составляет около 10 м.

Таким образом, космические снимки Terra системы Aster имеют широкую гамму спектральных диапазонов, в том числе и тепловых, довольно высокое разрешение, что позволяет использовать их для ведения космического мониторинга.

Одними из важных показателей состояния лесных экосистем являются их текстурно-спектральные характеристики на космических изображениях в определенных зонах электромагнитного спектра. Для этих целей рекомендуется применение технологии интерактивной оптико-электронной обработки многозональных космических снимков (изображений). Последняя предусматривает компьютерную обработку многозональных космических снимков по специальным алгоритмам. Процесс обработки происходит на гибридной системе, в которой за базовый модуль взята установка анализа рентгенограмм (УАР-2), представляющая собой аналоговую двухканальную телевизионную систему с электронной разверткой изображения.

Данный базовый модуль сопряжен с двухпроцессорной рабочей станцией Celsius 400/600 и периферийными устройствами ввода-вывода изображений. Гибридная

система позволяет обрабатывать одно или несколько изображений в различных режимах, из которых наиболее эффективными являются мультиспектральная фильтрация, специальная корреляционная обработка, синтезирование, а также вспомогательные операции, такие, как цветовое кодирование и пространственно-частотная фильтрация. Большим преимуществом данной системы, имеющей мощную оптическую часть и специальные электронные тракты коррекции сигнала, является возможность (при наличии высокочастотного исходного снимка) 20- и даже 40-кратного увеличения как самого изображения, так и его фрагмента при сохранении высокого качества, чего никогда не удастся достичь фотографическими либо цифровыми способами.

При обработке одиночного снимка не удастся получить принципиально новую информацию, которая бы не фиксировалась методами традиционного визуального дешифрирования. Однако в ряде случаев компьютерная обработка исходного снимка позволяет четче выделить и формализовать детали изображения, визуально дешифрируемые неуверенно, и тем самым придать большую объективность процессу дешифрирования. Нелинейное преобразование полутонового изображения используется в тех случаях, когда необходимо повысить дифференцируемость верхнего (светлого) либо нижнего (темного) интервала шкалы полутонов. Такая операция называется нелинейным растяжением контраста, при этом лучшая проработка на видеоконтрольном устройстве темных полутонов достигается за счет нивелирования светлых полутонов и наоборот.

Сущность цветового кодирования заключается в придании градациям яркости, контурам или любым другим параметрам черно-белого изображения определенных цветовых признаков. В соответствии со свойствами зрения цветовое кодирование целесообразно использовать там, где требуется увеличить скорость и достоверность распознавания фрагментов изображения.

Сущность амплитудного цветового кодирования, которое может осуществляться на установке УАР-2, заключается в том, что каждому уровню видеосигнала (следовательно, и каждому значению или интервалу значений полутонов) придается определенный цвет.

Амплитудное цветовое кодирование подразделяется на аналоговое и дискретное.

В аналоговых преобразователях яркостного контраста каждому уровню видеосигнала соответствует свой цвет. При этом два соседних уровня окрашиваются в близкие цвета. Плавное изменение уровня серого преобразуется в плавное изменение цветности. Аналоговое дискретное цветовое кодирование существенно расширяет возможности обработки одиночного снимка.

При дискретном цветовом кодировании диапазон возможных значений видеосигнала дискретизируется по уровням, и каждому из уровней ставится в соответствие определенный цвет. В дискретных преобразователях два соседних уровня видеосигнала могут быть воспроизведены дополнительными цветами, которые образуют оптимальный цветовой контраст. Этот метод применяют при необходимости формализации слабых вариаций полутонового изображения. Установка УАР-2 позволяет раскрашивать такое изображение в восемь дискретных цветов.

Установка УАР-2 позволяет работать напрямую с цифровыми изображениями. Приобретенные цифровые изображения Landsat 7 ETM⁺ и Terra-Aster обрабатывались на рабочей станции Celsius. Использовались стандартные программы работы с растровыми изображениями, такие, как Corel 10, Photopaint 10, Photoshop 6, а также специализированные лицензионные программы обработки изображений ER-Mapper-5.2, ENVI 5.2 и GeoMedia Professional. Для создания синтезированных изображений использова-

лись исходные спектральные каналы различных диапазонов спектра, которые затем обрабатывались по специальным алгоритмам для получения тематической информации о состоянии лесов.

Весьма информативными для целей ранней диагностики кризисных состояний лесных насаждений являются снимки Landsat 7 ETM⁺, охарактеризованные выше.

Так, при обработке снимков Landsat 7 ETM⁺ для оценки состояния лесов рекомендуется использовать цветовую модель СМУК (табл. 2).

Таблица 2

Цветовая модель обработки снимков СМУК

Каналы СМУК-модели	Комбинации диапазонов Landsat 7 ETM ⁺	Каналы СМУК-модели	Комбинации диапазонов Terra-Aster
1–8	Difference	1–11	Difference
2–7	Difference с наложением маски band 4	2–7	Ratio
3	Band 3	3	–
4–5	Ratio	4	–

Таким образом, в обработке были задействованы семь из восьми зон. Обработку новейших снимков Landsat 7 ETM⁺, с учетом огромного объема информации, содержащейся в них, необходимо производить на рабочих станциях.

Компьютерная обработка многозональных космических снимков Terra-Aster выполнялась по территории ЭКУ Воложинского и Столбцовского лесхозов по вышеописанной методике с использованием УАР-2 и сопряженной с ней двухпроцессорной рабочей станции Celsius 400/600. Использовалась цветовая модель СМУК с различными комбинациями спектральных диапазонов: 0,52–0,60; 0,63–0,69; 0,76–0,86; 1,60–1,70; 2,235–2,285; 10,95–11,65 (табл. 2).

Таким образом, в компьютерной обработке было задействовано 6 спектральных зон из 14 возможных.

Авиационный уровень комплекса работ по оценке кризисного состояния лесных насаждений заключается в выполнении летно-съемочных работ с борта вертолета МИ-2 ГУ «Беллесавиа» аппаратно-программным комплексом ВСК-2 и оперативном использовании полученных материалов в работе.

Авиационный аппаратно-программный комплекс ВСК-2, разработанный и созданный в НИИ ПФП БГУ в рамках ГНТП «Леса Беларуси и их рациональное использование» по заказу Министерства лесного хозяйства РБ, предназначен для оперативного контроля состояния лесных насаждений с борта авиационных носителей и основан на методах дистанционной спектроскопии и спектрально-поляризационной съемки изображений. Он позволяет проводить интерактивную обработку результатов измерений. Комплекс был испытан на борту вертолета Ми-2 ГУ «Беллесавиа» КЛХ при СМ РБ, а также были проведены съемки Воложинского, Молодечненского и Столбцовского лесхозов Минского ПЛХО.

Комплекс ВСК-2 состоит из выносного блока оптических модулей, бортового управляющего вычислительного комплекса БУВК и стационарного комплекта аппаратуры – наземного центра обработки данных.

В комплект выносного блока оптических модулей ВСК-2 входят: спектрометр МС-09, блок спектрально-поляризационной съемки БСПС-01, камера обзорного

телевизионного контроля OS-75D, блок точного географического позиционирования GPS 35LP для высокоточной привязки результатов съемок к объектам наблюдений.

В результате проведенных работ по первому этапу договора № 328/2001 осуществлена модернизация комплекса ВСК-2, комплекс откалиброван на стенде «Камелия-М» и проведена проверка функционирования блоков.

В ходе модернизации комплекса заменен объектив обзорной цветной телевизионной камеры OS-75D с фокусом 12 мм на объектив с фокусным расстоянием 8 мм. Это позволило в 1,5 раза увеличить поле обзора камеры, что было продиктовано анализом предварительных данных съемок лесных насаждений в 2000 году.

Доработанное программное обеспечение управлением и функционированием комплекса упрощает работу оператора и увеличивает объем регистрируемой информации.

Осуществлена дополнительная защита аппаратуры БУВК от сетевых помех бортовой сети вертолета. Для этого доработан блок питания комплекса ВСК-2.

Улучшена привязка спектральной информации с блока МС-09 к видеoinформации блока БСПС-01 и данным обзорной камеры OS-75D. Доработана программа SPOL-12 функционирования спектрометра МС-09.

Спектрометр МС-09 откалиброван на метрологическом комплексе «Камелия-М» по длинам волн и по абсолютным значениям регистрируемых яркостей, улучшена линейность градуировочных характеристик и расширен рабочий динамический диапазон. Проверена функциональная связь всех блоков с БУВК.

На основании анализа результатов авиационных съемок для разработки методов дистанционного мониторинга состояния лесов с использованием данных комплекса ВСК-2 в качестве тестовых полигонов рекомендованы кварталы 128–130 Лебедевского лесничества Молодечненского лесхоза, в пределах которых имеются участки с усыхающими ельниками, есть данные авиационных съемок 2000 г., а также кварталы 72–75 Красненского лесничества того же лесхоза с очагами корневых гнилей. По этим тестовым участкам в НИИ ПФП собран лесоустроительный материал и есть все данные из ГИС «Лесные ресурсы».

На этом этапе работ была проведена доработка программы управления авиационным аппаратно-программным комплексом ВСК-2. Для управления работой спектрополяриметра высокого разрешения МС-09 и блока спектрально-поляризационной съемки БСПС-01 до настоящего времени использовались две различные программы. Это создавало определенные неудобства при проведении летных измерений.

Доработка программного обеспечения привела к созданию единой программы, позволяющей осуществлять одновременное управление всем комплексом. Применение единой программы дало возможность синхронизировать процесс оцифровки спектрально-поляризационной видеoinформации, получаемой блоком БСПС-01, ее координатной и временной привязки на основании данных, принимаемых от системы глобального позиционирования GPS, а также спектральной информации, поступающей от спектрополяриметра МС-09.

Авиационные съемки на заранее выбранных тестовых полигонах Столбцовского и Молодечненского лесхозов проводились в августе 2001 г. с борта вертолета Ми-2 ГП «Беллесавиа».

За время полетов были сняты территории десяти тестовых объектов: «Рубежевичи» (3 участка), «Лебедево», «Шпаки», «Ивенец», «Кульшичи», «Боровики», «Падневичи», «Осово». Записано на винчестер компьютера 392 Мбайта информации от спек-

тросметра МС-09, блока спектрально-поляризационной съемки БСПС-01 в виде спектров и спектрзональных изображений. Запись на видеомэгнитофон данных трассовой видеосъемки камерой обзорного телевизионного контроля QS-75D составила около двух часов. Во время полетов было зарегистрировано и оцифровано 1312 кадров (файлов) изображений лесных массивов тестовых объектов и несколько сотен спектров.

Для отработки оптимальных методик аэросъемок комплексом ВСК-2 выбирались различные сочетания интерференционных и поляризационных фильтров блока БСПС-01. Были использованы интерференционные светофильтры со следующими центрами полос пропускания: 490, 560, 655, 720, 820, 870 нм. Для проведения поляризационных съемок во всех трех каналах БСПС-01 устанавливалось по три одинаковых светофильтра следующих наборов длин волн: 490, 560, 655 нм. Поляризационные фильтры устанавливались с различной ориентацией оптической оси (0, 45, 90°). Использовались следующие сочетания интерференционных светофильтров, установленных одновременно в трех каналах БСПС-01: 490, 560, 655 нм; 560, 655, 720 нм; 560, 655, 820 нм; 655, 720, 870 нм; 490, 560, 720 нм и 560, 720, 820 нм при одинаковом расположении оптической оси поляризационных фильтров 0°.

Методика наземного лесопатологического обследования усыхающих ельников на тестовых полигонах включала в себя визуальное обследование насаждений по маршрутным ходам с использованием аэрокосмических снимков и закладку пробных площадей в очагах усыхания в данных кварталах и выделах в соответствии с «Инструкцией по экспедиционному лесопатологическому обследованию».

При подборе опытных участков и проведении на них рекогносцировочного и детального лесопатологического обследования нами были использованы данные лесоустройства, документы и отчетность лесхозов и лесничеств, материалы феромонного лесопатологического мониторинга за короедом-типографом с помощью ловушек, а также результаты натурального обследования и оценки лесопатологического состояния насаждений.

При глазомерном рекогносцировочном обследовании еловых древостоев выявлялись очаги стволовых вредителей и оценивалась биологическая устойчивость насаждений по трем категориям устойчивости: I – здоровые (устойчивые); II – с нарушенной устойчивостью (жизнеспособностью); III – утратившие жизнеспособность (устойчивость) по комплексу присущих им факторов (размер текущего прироста, общий размер усыхания, пораженность вредителями и болезнями и т.д.).

В очагах усыхания (как правило, это насаждения II и III категорий устойчивости) закладывались пробные площади, на которых определялось состояние насаждений путем пересчета деревьев с распределением их по шести основным категориям состояния согласно «Санитарным правилам в лесах Республики Беларусь» (в пределах ступеней толщины с указанием процента заселенности стволовыми вредителями).

Установление степени объедания хвои вредителями при этом проводилось по шкале через 25%. Процент заселенных, незаселенных и отработанных деревьев определялся по внешним признакам.

Запас сухостоя и валежника с подразделением его на свежий (текущего года) и старый (прошлых лет) в куб. м/га фиксировался с указанием особенностей его распределения по площади (единично, группами, куртинами, сплошь), диаметра очагов усыхания, а также санитарного состояния насаждений (наличия сухостоя, ветровала, бурелома, невывезенной древесины) и т.д.

Обследованием было охвачено 5 кварталов (23 выдела) в Молодечненском лесхозе и 2 квартала (9 выделов) в Столбцовском лесхозе.

Что касается кризисных состояний еловых насаждений, то следует отметить, что ельники отводятся в сплошную санитарную рубку (ССР), когда выборочные санитарные рубки (ВСР) не могут оздоровить их и приведут к полному расстройству. Сплошные санитарные рубки независимо от группы и категории защитности лесов проводятся в насаждениях, утративших биологическую устойчивость в результате массового повреждения деревьев вредными насекомыми, болезнями и пожарами и др. неблагоприятными факторами. Согласно «Санитарным правилам», в ССР назначаются древостои, у которых максимальный отпад превышает: 50% от общего числа деревьев или запаса при полноте 1,0; 40% – при полноте 0,9–0,8; 30% – при полноте 0,7; 20% – при полноте 0,6. В ССР также назначаются древостои, в которых после проведения ВСР продолжается интенсивное усыхание деревьев, деревья усыхают без признаков ослабления, дефолиации и дехромации кроны. В таких случаях за смежными насаждениями устанавливается наблюдение и в случае необходимости производится выборка сильно ослабленных и свежезаселенных.

Оценка состояния сосновых насаждений наземным методом является важной составляющей оценки кризисных состояний лесных насаждений. Она осуществляется в порядке текущего надзора за состоянием произрастающих насаждений или путем проведения специальных лесопатологических обследований: рекогносцировочного и детального. Для детальной характеристики состояния насаждений на эталонно-калибровочных участках проводится детальное обследование на пробных площадях.

Пробные площади с вышеописанными особенностями закладывались в очагах массового усыхания деревьев, корневых гнилей и стволовых вредителей.

Обращалось внимание на характер распределения усыхающих деревьев на пробных площадях (единичное, групповое, куртинное и сплошное).

В насаждениях, пораженных корневыми гнилями, выделялись следующие категории локальных очагов корневой губки:

- 1) возникающий – на территории выдела куртины поражения состоят из 5–10 сильно ослабленных, усыхающих и усохших деревьев;
- 2) действующий – на площади выдела наблюдается интенсивное усыхание, происходит накопление сухостоя, появляются прогалины («окна») диаметром более 5 м;
- 3) затухающий – на участке свежий сухостой отсутствует или не превышает нормальный процент отпада деревьев.

Степень поражения сосновых насаждений корневой губкой определяли по следующим показателям.

1. Слабая – общее количество сильно ослабленных, усыхающих и усохших деревьев не более 10%, они образуют единичное куртинное поражение или прогалины диаметром до 5 м, суммарно куртины усыхания составляют не более 5% площади выдела.

2. Средняя – сильно ослабленных, усыхающих и усохших деревьев в сумме до 30%. Куртинные поражения суммарно составляют до 20–25% от площади выдела.

3. Сильная – сильно ослабленные, усыхающие и усохшие деревья составляют более 30%. Общая площадь куртин поражения и прогалин свыше 25,5% от площади выдела.

Для каждого обследуемого насаждения выделяется средневзвешенная категория состояния деревьев на участке, которая служит дополнительной характеристикой лесопатологического состояния насаждения.

В образовавшихся окнах (прогалинах) осуществляется учет естественного возобновления (подроста) с указанием древесной породы, высоты и количества экземпляров на 1 га.

Выявлен видовой состав стволовых вредителей, заселяющих сильно ослабленные и усыхающие деревья.

Разработанная система многоуровневого контроля оценки кризисных состояний лесных насаждений Беларуси включает три ранее описанных уровня. Космический, авиационный и наземный уровни в сопряженном режиме взаимоувязаны и дополняют друг друга. Поэтому получаемая информация согласуется с ГИС «Лесные ресурсы», анализируется и поступает в оперативном режиме в заинтересованные организации.

УДК 630*23

С. С. Штукин, профессор

О НЕОБХОДИМОСТИ УСИЛЕНИЯ НООСФЕРНОГО ПУТИ РАЗВИТИЯ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ

The need of noosphere ways of forest growing development is based in this article.

В последние годы принят ряд важных программных документов, таких, как Лесной кодекс Республики Беларусь, Стратегический план развития лесного хозяйства, Национальная стратегия сохранения биологического разнообразия и др., в которых намечены основные направления стратегии развития отрасли. В этих документах леса оцениваются не только с позиций их эксплуатации, но и с позиций биологической устойчивости против неблагоприятных факторов внешней среды, а также выполнения ими экологических функций. При этом стратегия устойчивого развития природно-ресурсного потенциала в Беларуси базируется на следующих основных принципах: «экономическое развитие в отрыве от экологии ведет к превращению Земли в пустыню, а примат экологии без экономического развития порождает нищету», что обуславливает необходимость оптимального сочетания как экономических, так и экологических интересов [1]. Это вполне соответствует международной стратегии управления лесными ресурсами. Так, на последнем XI Всемирном лесном конгрессе, состоявшемся в Турции, было отмечено, что ядром стратегии управления лесами в современном мире является устойчивость лесных экосистем [2].

В настоящее время существует немало определений устойчивости лесной экосистемы. По нашему мнению, весьма обстоятельным является определение проф. В. Г. Стороженко [3]. Под устойчивым лесным биоценозом он понимает сообщество растений, животных, микроорганизмов, которое по числу видов, разнообразию и полноте трофических связей, сложности структурного строения и соответствии климатическим, геоморфологическим и почвенным условиям экотопа, сохраняет флуктуирующее постоянство состава организмов и энергетического баланса, а также постоянство восстановительных и деструктивных процессов в течение, как минимум, нескольких поколений или как угодно долго. При этом в естественных лесах состав и структура лесного биогеоценоза оптимизируется в соответствии с эволюционными законами развития, и его следует рассматривать как естественное формирование у лесного сообщ-