

УДК 640*443.3

Н. И. Торчик, генеральный директор УП «Белгослес»; А. П. Кулагин, гл. инженер УП «Белгослес»; И. А. Тяшкевич, директор УП «Космоаэрогеология» НАН Беларуси; Е. В. Котова, инженер I категории УП «Белгослес»; М. А. Ильючик, мл. науч. сотрудник

МЕТОДЫ РЕСУРСНОЙ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ, ВЕТРОВАЛОВ, УСЫХАНИЯ ДРЕВОСТОЕВ В СИСТЕМЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Methods of recourse estimations of the damage from wildfires, windfall and shrinkage are developed in the system of the aerospace monitoring of Belarusian forests. The base is a computer processing of multizone space photos and digital aerial photos, received from aircraft fire ware complex.

Ресурсная оценка ущерба от лесных пожаров, ветровалов, массового усыхания древостоев в системе аэрокосмического мониторинга проводится с целью изучения, оценки и контроля состояния лесных ресурсов. В основу ее положена совокупность дистанционных и наземных средств и методов получения, анализа, преобразования, передачи, документирования отраслевой тематической информации о состоянии и динамике лесных ресурсов и доведения этой информации до потребителей.

В настоящее время для ресурсной оценки ущерба от лесных пожаров, ветровалов, массового усыхания древостоев в создаваемой в Беларуси многоуровневой системе аэрокосмического мониторинга широко используется информация, полученная с американских природно-ресурсных ИСЗ Landsat и Terra (система ЕТМ⁺ и система Aster соответственно) и российского ИСЗ Метеор 3М. Это верхний уровень, или космическая ступень. Средний уровень – авиационная ступень, включающая бортовой измерительный аппаратно-программный комплекс ВСК-2, разработанный НИИ ПФП БГУ. Нижняя ступень – данные ГИС «Лесные ресурсы» и наземных обследований, получаемые в ходе полевых исследований на сети эталонно-калибровочных ключевых участков (ЭКУ) и сети постоянных пунктов учета.

Технология и методика ресурсной оценки ущерба от лесных пожаров, ветровалов, массового усыхания древостоев базируются на следующих основных этапах:

- планирование и проведение аэро- и космических съемок, визуальных наблюдений и наземных эталонных обследований;
- комплексная тематическая интерпретация и компьютерная обработка аэрокосмической и наземной информации, направленная на решение задач ресурсной оценки ущерба от лесных пожаров, ветровалов, массового усыхания древостоев, документирование результатов интерпретации и обработки информации;
- создание и ведение региональной базы данных о состоянии лесных ресурсов различного уровня генерализации с использованием ИСУЛХ и ГИС «Лесные ресурсы»;
- разработка и совершенствование технологий и методов ресурсной оценки ущерба от лесных пожаров, ветровалов, массового усыхания древостоев;
- совершенствование технической базы получения и тематической обработки информации о лесных ресурсах.

На материалах космических съемок, полученных системами Landsat 7 ЕТМ⁺ и Метеор 3М, участки, пройденные пожарами, и свежие гари выделяются по сравнительно устойчивым дешифровочным признакам – темно-серому или темному тону изобра-

жения и зигзагообразному периметру выгоревших площадей. Анализ горимости лесов показывает, что из всех видов лесных пожаров наиболее часто встречаются низовые. Необходимо отметить и то обстоятельство, что послепожарное состояние горельников зависит не только от типа и вида пожаров, но и от почвенно-гидрологических условий, типа леса, состава и возраста насаждений до пожара и т. п. Эти особенности отражаются и на изображении гарей на снимках.

Для ресурсной оценки ущерба от лесных пожаров нами были заложены ЭКУ на территории Литвянского лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза (кв. 219) и части Налибокского лесничества Новогрудского лесхоза. В границах каждого ЭКУ на снимке были выделены прямоугольные участки с целью измерения оптических плотностей на установке УАР-2. Диапазон оптических плотностей от 0 до 2D был разбит на 256 уровней, которые характеризовались определенными единицами. Число измерений оптических плотностей участков гарей достигало 1–3 тыс. Для выравнивания полученных распределений оптических плотностей применялись кривые Пирсона. Различия между обнаруженными автоматически участками, пройденными пожарами, и данными наземных обследований оценивались по критерию λ Колмогорова – Смирнова (при уровне достоверности 0,95).

Анализируя результаты табл. 1, видим, что, несмотря на зону взаимного перекрытия областей признаков, при помощи статистических характеристик оптических плотностей возможны предварительная кластеризация и количественная оценка площадей гарей по виду лесных пожаров с учетом допозарного состава древостоев.

Таблица 1

Основные статистические характеристики и уравнения кривых распределения оптических плотностей (D) и соответствующие им площади гарей (Литвянское л-во, Негорельский уч.-оп. лесхоз)

№ выд.	Ср. значение D	Осн. отклонение δD	Козф. асимметрии α	Эксцесс ϵ	Критерий выбора кривых ϵ	Тип кривой Пирсона	Критерий достоверности λ	Площадь участка, га	
								по КФС	по наземным измер.
3	37,9	12,2	+0,586	+0,081	-0,324	I	0,90	1,30	1,37
7	47,18	6,6	+0,065	-0,279	-0,006	I(II)	0,85	0,84	0,62
9	70,53	11,4	+0,026	-0,217	-0,001	I(II)	0,95	1,25	1,23

Необходимо отметить, что на цветных синтезированных снимках последствия пожаров заметны по вариациям цвета гарей от светло-зеленого до темно-синего. Темно-синий цвет также имеют участки леса, пройденные устойчивыми низовыми пожарами, т. к. лишенная растительного покрова почва просвечивает через полог древостоев.

При выявлении и учете площадей, подвергшихся воздействию ветровалов, как правило, определяются тип и вид ветровала (сплошной, частичный), процент вывала деревьев, древесная порода, запас растущей и поваленной древесины. По степени повреждения древостоя выделяется 4 группы ветровальных насаждений: слабая – до 30%, средняя – до 50%, сильная – 50–70%, сплошной ветровал – при вывале деревьев более чем на 70% площади насаждения.

Таблица 2

Признаки дешифрирования участков с различной степенью повреждения насаждений ветровалом на зональном изображении системы МСУ-Э (0,6-0,7 мкм) на ЭКУ «Падневичи»

Степень повреждения	Сомкнутость полога (числитель), вывал, % (знаменатель)	Тон изображения	Структура изображения на КС	Форма участков ветровала	Выраженность границ участков ветровалов	Площадь участков ветровала, определенная по КФС (числитель) и по наземным измерениям (знаменатель), га	Вероятность определения
---------------------	--	-----------------	-----------------------------	--------------------------	---	--	-------------------------

Сплошной ветровал

Сплошная	до 0,1 70-100	Преобладает св.-серый (хвойные породы - преимущественно сосняки III-IV кл. возраста)	Однородная	Контуры имеют четко выраженную форму, вытянутую по направлению действия ветра	Четкие среди неповрежденных насаждений	<u>318,7</u> 384,9	0,87
----------	------------------	--	------------	---	--	-----------------------	------

Частичный ветровал

Сильная	0,2-0,3 50-70	Промежутки между ветровальными куртинами от темно-серого до серого цвета	Полосчатая, реже пятнистая	Промежутки между ветровальными куртинами имеют вид пятен разной формы и величины или полос, вытянутых вдоль действия ветра	Четкие среди неповрежденных лесов	<u>214,6</u> 248,1	0,82
---------	------------------	--	----------------------------	--	-----------------------------------	-----------------------	------

Средняя	<u>0,4-0,5</u> 30-50	Темно-серый тон насаждений с беловатыми полосками вывалов	Полосчатая	Вывалы имеют вид полос разной ширины и длины, расходящихся по направлению ветра	Четкие среди неповрежденных лесов	<u>124,6</u> 168,9	0,79
---------	-------------------------	---	------------	---	-----------------------------------	-----------------------	------

Слабая	<u>0,5</u> до 30	Преобладает серый тон насаждений с отдельными штрихами белого цвета	Полосчатая	Вывалы в насаждениях имеют вид коротких штрихов, расходящихся по направлению ветра	Четкие среди неповрежденных лесов	<u>81,3</u> 159,5	0,75
--------	---------------------	---	------------	--	-----------------------------------	----------------------	------

Более точно запас поваленной древесины определяется при измерительном дешифрировании АФС.

При работе с космическими снимками (КФС) для ресурсной оценки ущерба от ветровалов необходимо:

- определить величины количественных и качественных изменений в лесном фонде с учетом прошедшего урагана;
- скорректировать размеры и объемы лесозаготовок;
- разработать рекомендации по сокращению (минимизации) величины ущерба, а также восстановлению лесов и улучшению их охраны.

При определении величины ущерба от ветровалов используется, как правило, 3 варианта технологий: 1 – совместная обработка КФС и материалов последнего лесоустройства с привлечением данных ГИС «Лесные ресурсы»; 2 – обработка ретроспективной подборки КФС и АФС на участки древостоев, пройденных ветровалами; 3 – использование материалов КФС и аэровизуальных либо спектрометрических исследований.

В исследованиях применялся первый вариант с использованием авиационного аппаратно-программного комплекса ВСК-2 (авиационная ступень) и данных наземного (эталонного) обследования на сети ЭКУ. По результатам обследования составлена тематическая карта ветровальных насаждений с показом ветровальных участков и величины ущерба (объем поваленной древесины). Фрагмент дешифровочных признаков участков с различной степенью повреждения насаждений ветровалом на зональном изображении системы МСУ-Э (0,6–0,7 мкм) на ЭКУ «Падневичи» (Воложинский лесхоз, Ивенецкое лесничество, кв. 77–80, 82–83, 101–102) приведен в табл. 2.

Выявление и учет последствий площадей массового усыхания насаждений в системе аэрокосмического мониторинга предусматривают использование 3 ступеней (уровней): космической, самолетной и наземного сопровождения.

Технологические процессы функционирования системы оперативного контроля за состоянием лесных ресурсов на основе аэрокосмических и наземных измерений с использованием методов цифровой обработки аэрокосмической информации должны выполняться на современных программно-технических средствах с использованием:

- космической информации, получаемой от ИСЗ типа NOAA, Meteor, Spot, Landsat и других ИСЗ по всей территории Беларуси;
- материалов аэросъемки и натурных измерений по выбранным участкам лесных массивов в соответствии с единым обоснованным планом проведения таких работ на территории Гослесфонда.

Основные задачи, решаемые системой оперативного контроля за состоянием лесных ресурсов на основе аэрокосмических и наземных измерений, следующие:

- оперативное обнаружение участков поражения насаждений и др. неблагоприятных воздействий на древостой;
- оперативное наблюдение, раннее обнаружение первичных признаков кризисного состояния насаждений, оценка параметров, контроль динамики и прогноз распространения массовых повреждений лесов;
- объективная оценка последствий поражений;
- получение сведений для наполнения кадастровой базы данных Комитета лесного хозяйства и подведомственных ему организаций (в первую очередь УП «Белгослес», БГТУ и ГУ «Беллесозащита»).

В общем виде структурная схема технологических процессов функционирования системы оперативного контроля за состоянием лесов на основе аэрокосмических и наземных измерений с использованием методов цифровой обработки аэрокосмической информации может быть представлена следующим образом: ядром системы служит наземная персональная станция приема космической информации, работающая в реальном масштабе времени пролета спутника над территорией устойчивого приема информации станцией. Функционально станция соединена спецканалами связи с тематическими ГИС-системами, архивами и базами данных.

Основными технологическими этапами работ являются: планирование комплексных контактно-дистанционных работ по оперативному лесопатологическому мониторингу, анализ наличия (достаточности) наземной информации на район исследований, ввод информации в средства обработки (в т. ч. и предварительной), дешифрирование и тематическая интерпретация полученной информации, ввод обработанной информации в тематические базы данных, представление полученных данных пользователям.

УДК 528.23

В. Ф. Нестеренок, доцент

ВЫБОР КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ГИС «ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ»

In given clause the choice of a rational projection for forest mapping is proved, and also is dismissed the size of territory for application of local system of rectangular flat coordinates.

Современные геоинформационные системы конкретного назначения (лесные, сельскохозяйственные, городские и др.) представляют составную часть государственного кадастра, и поэтому все они должны опираться на общую картографическую основу, т. е. на единую систему государственных геодезических координат в оптимальной картографической проекции с возможностью вписания в нее с пренебрегаемыми искажениями местных систем прямоугольных координат, широко распространенных в практике крупномасштабного ведомственного картографирования (1:10 000 и крупнее).

Исходя из практически достаточной точности составления лесных планшетов масштаба 1:10 000 рекомендуется допустимую погрешность планового положения опорных точек в местной системе координат установить равной 0,3 мм на плане или 3 м на местности. Местные координаты обеспечивают наиболее простое выполнение наземных съемочно-геодезических работ. Спутниковые методы определения координат опорных точек при съемках лесов различными методами также следует сочетать с применением местных систем прямоугольных координат за счет математических преобразований мировой геоцентрической системы WGS-84 в местную, региональную или общегосударственную систему в выбранной картографической проекции. В данной статье обосновывается выбор рациональной проекции для лесного картографирования и кадастра в целом, а также рассматривается выбор размеров территории для применения местной системы прямоугольных плоских координат.

С целью объединения ГИС в общегосударственной системе координат РБ в работе [1] предложены конформные (равноугольные) проекции для перехода от изображения земной поверхности на земном эллипсоиде к ее изображению на плоскости. Чтобы уменьшить искажения расстояний согласно [1], масштаб поперечно-цилиндрической проекции в центральной точке принят равным $m_0 = 0,9992824$; для конической проек-