

УДК 630*58

М. А. Ильючик, начальник отдела (РУП «Белгослес»);
С. С. Цай, ведущий инженер (РУП «Белгослес»)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ РЕСУРСНАЯ ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассматриваются вопросы выполнения ресурсной оценки повреждений лесных насаждений вследствие сплошных ветровалов и буреломов на основе использования материалов дистанционного зондирования и ГИС-технологий. В качестве входных данных наряду с материалами космической съемки используется векторная лесоустроительная картография и повыдельная база данных лесного фонда. Все повреждения лесного фонда вследствие сплошных ветровалов и буреломов предлагается разделить на три типа, в зависимости от которых выполняется расчет ресурсной оценки. В работе приводится методика выполнения расчета и формирования тематических карт повреждений лесных насаждений.

The questions of fulfilling of wood damage estimation owing to windbreaks by using remote sensing and GIS-technologies are considered in the article. As entrance data along with materials of remote sensing are used the forest vector maps and forest characteristic database of wood fund of the Belarus. All damages of forest stands owing to windbreaks are offered to be divided into three types depending on which calculation of resource estimation is carried out. The technique of resource estimation of damages and formation of the thematic map of damaged forest stands are presented in the article.

Введение. Оперативное определение местоположения поврежденных лесных участков вследствие ветровалов и буреломов, формирование тематических карт повреждений и расчет предварительной ресурсной оценки по этим участкам является важной задачей, решение которой позволит подразделениям лесного хозяйства оптимально планировать технические средства и ресурсы для выполнения мероприятий расчистки и ликвидации завалов.

Использование современных ГИС-технологий и материалов дистанционного зондирования дает возможность в значительной степени упростить и автоматизировать задачи по формированию тематических карт повреждений и предварительной оценки запасов поврежденных насаждений.

Цель и задачи. В 2010 г. сотрудниками отдела приема и обработки космической информации (РУП «Белгослес») совместно с сотрудниками УП «ГИС» выполнялись работы по автоматизированному определению поврежденных лесных участков на материалах дистанционного зондирования и расчету предварительной ресурсной оценки этих повреждений.

Основной целью являлась разработка аппаратно-программного комплекса, предназначенного для автоматизации работ по определению местоположения поврежденных лесных участков, построения векторных тематических карт поврежденных лесных участков и выполнения расчетов площадей и запасов поврежденных лесных участков. В соответствии с заявленной целью предполагалось решение следующих задач:

– формирование векторного полигонального слоя поврежденных лесных участков;

– определение площадных характеристик полигонов, содержащих поврежденные лесные участки;

– предварительная оценка потерь (уменьшение) в выходе деловой древесины на поврежденных участках (в объемном и денежном выражении).

– определение запасов древесных пород, произрастающих на поврежденных лесных участках;

Используемые материалы и программные средства. Для решения вышеуказанных задач было задействовано следующее программное обеспечение:

– программный комплекс *ENVI 4.7*, необходимый для обработки материалов дистанционного зондирования;

– ГИС MapInfo Professional для формирования тематических карт поврежденных лесных участков;

– разработанный программный модуль ресурсной оценки повреждений лесных насаждений (используется для выполнения геопространственных операций с векторной картографией и расчетом потерь в деловой древесине на поврежденных участках, выраженных в объемном и денежном эквиваленте). Данный модуль реализован на языке программирования Map-Basic. Запуск модуля осуществляется из среды MapInfo Professional;

– электронные таблицы MS Excel (необязательный элемент), используемые для удобства просмотра табличной информации и дополни-

тельных манипуляций с полученными отчетными данными.

В качестве входных данных, необходимых для решения указанных задач, использовались следующие материалы:

– материалы разновременной или разовой космической съемки высокого разрешения (мультиспектральная или панхроматическая съемка). В случае мультиспектральной съемки необходимо наличие каналов видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. В нашем случае использованы материалы дистанционного зондирования со спутниковой системы *ALOS (ALOS AVNIR, ALOS PRISM)*;

– лесоустроительные векторные карты, содержащие полигональные слои кварталов и лесотаксационных выделов в формате TAB (ГИС MapInfo Professional);

– повыдельная база данных (формат таблиц СУБД MS Access), используемая в ГИС Formod;

– векторный полигональный слой границ эталонно-калибровочных участков с подвязанной атрибутивной информацией, содержащей данные о характеристиках насаждений или земных покровов на этих участках (необходимо в случае выполнения классификации с обучением материалов космосъемки). Технология формирования обучающих выборок представлена в работе [1].

В процессе обработки входных данных с применением вышеуказанного программного обеспечения получают следующие выходные данные:

– псевдоцветные композитные изображения территории объекта, полученные в результате обработки материалов космосъемки, с выделенными участками повреждений лесных насаждений (в форматах TIFF / GeoTIFF);

– векторный полигональный слой границ поврежденных лесных участков (в формате ГИС MapInfo Professional TAB или MID / MIF);

– тематические карты повреждений лесных насаждений в электронном формате TAB (ГИС MapInfo Professional);

– сводные отчеты по ресурсной оценке поврежденных лесных участков с указанием лесничеств, кварталов, выделов, площадей и других показателей (в табличном формате ГИС MapInfo Professional TAB или формате электронных таблиц MS Excel).

Методика выполнения ресурсной оценки поврежденных лесных насаждений. При выполнении ресурсной оценки поврежденных лесных участков вследствие сплошных буреломов и ветровалов исходили из следующих положений. Определение месторасположения поврежденных лесных участков осуществлялось на мультиспектральных или панхроматических материалах дистанционного зондирования в про-

граммном комплексе ENVI 4.7 с использованием методов тематической классификации или «Change Detection». В результате на выходе получаем векторный полигональный слой поврежденных лесных участков. Технология получения этого векторного слоя приводится в работе [3].

Полученный векторных слой поврежденных участков разрезался полигональным слоем лесотаксационных выделов и, таким образом, формировался слой поврежденных выделов. Также определялись площади поврежденных участков по каждому выделу. Данная функциональность реализовывалась в программном модуле ресурсной оценки.

На основе полученного векторного слоя формировалась тематическая векторная карта поврежденных лесных участков, где обозначенные ярким цветом поврежденные участки совмещались со слоем лесотаксационных выделов и кварталов. Построение тематической карты осуществлялось в ГИС MapInfo Professional.

Из повыдельной лесоустроительной базы данных считывались таксационные характеристики насаждений, произрастающих на поврежденных участках, и выполнялся перерасчет общего запаса на величину площади поврежденного участка. Далее определяли потери в выходе категорий крупности деловой древесины на поврежденных участках в зависимости от типа повреждения (сплошные ветровалы, сплошные буреломы или комбинированные ветровально-буреломные повреждения). Необходимость учитывать тип повреждений обуславливается различной величиной потерь в деловой древесине.

К первому типу повреждений (сплошные ветровалы) относятся насаждения, подавляющая часть деревьев которых имеет сплошные ветровальные повреждения (поваленные деревья вывернуты из грунта вместе с корневыми системами). При этом типе излом древесных стволов наблюдается редко. Количество буреломных деревьев в составе данного типа повреждений не должно превышать 15%. Потери в деловой древесине при нем минимальные по сравнению с другими.

Ко второму типу повреждений (сплошные буреломы) относятся лесные насаждения, в которых преобладающая часть деревьев имеет буреломные повреждения. В этом случае у деревьев есть механические повреждения ствола в виде излома. Количество ветровальных деревьев при данном типе повреждений не должно превышать 15%. Такой тип повреждений приводит к наибольшим потерям в деловой древесине.

И к третьему типу повреждений (комбинированные ветровально-буреломные) относятся лесные насаждения, на которых имеют место оба вида повреждений: ветровальные и буре-

ломные. При этом каждым видом должно быть повреждено не менее 15% деревьев. Такие повреждения наиболее распространены. Соотношение между видами повреждений может быть различным и определяется либо в полевых условиях, либо при использовании материалов дистанционного зондирования сверхвысокого разрешения (например, аэрофотосъемка). При отсутствии данных о соотношении буреломных и ветровальных повреждений по умолчанию принимается, что повреждения в обоих случаях одинаковы (т. е. 50% и 50% соответственно).

Расчет ресурсной оценки основывается на определении потерь в выходе деловой древесины (с подразделением на категории крупности) вследствие тех или иных повреждений. Потери в выходе деловой древесины определяются как разница между выходом деловой древесины (с подразделением на категории крупности) в момент до и после повреждения. Указанные потери определялись в объемных показателях (метры кубические), а также в денежном выражении.

Выход категорий крупности деловой древесины до повреждения определяется на основе данных товарных таблиц основных лесообразующих пород Беларуси [2], преобразованных в математические модели.

Расчет потерь в деловой древесине выполняется в зависимости от древесной породы, класса товарности и типа повреждения с использованием математических моделей, разработка которых основывалась на данных полевых обследований, результатах материально-денежной оценки ветровальных лесосек, а при отсутствии достаточных данных – по результатам имитационного моделирования. Разность между данными в выходе категорий крупности деловой древесины до и после повреждений позволяют получить запас деловой древесины, оставшейся после повреждения вследствие сплошных ветровалов (буреломов).

Следует также отметить, что общий запас древесины после повреждений остается прежним, а изменяется лишь выход категорий крупности деловой древесины вследствие перехода части деловой древесины в дрова и отходы. Следовательно, выход дров и отходов будет увеличиваться.

Денежная оценка ущерба выполняется путем умножения таксовой стоимости категорий крупности деловой древесины на величину потерь в той или иной категории (на начальном этапе использовался только 2-й разряд такс). Кроме того, учитывался переход поврежденной деловой древесины в дрова и отходы.

Результаты расчета ресурсной оценки повреждений лесных насаждений сводятся в от-

четные таблицы, в которых данные представлены в разрезе отдельных выделов, кварталов, лесничеств, всего лесхоза. Дополнительно имеется возможность импортировать полученные таблицы в формат электронных таблиц MS Excel. Вся функциональность, связанная с расчетами по оценке потерь и векторными операциями, реализовывается в программном модуле ресурсной оценки повреждений лесных насаждений.

Программный модуль ресурсной оценки.

Программный модуль ресурсной оценки повреждений лесных насаждений вследствие неблагоприятных природно-климатических факторов (ветровалов и буреломов) написан на языке программирования высокого уровня MapBasic, встроенном в ГИС MapInfo Professional.

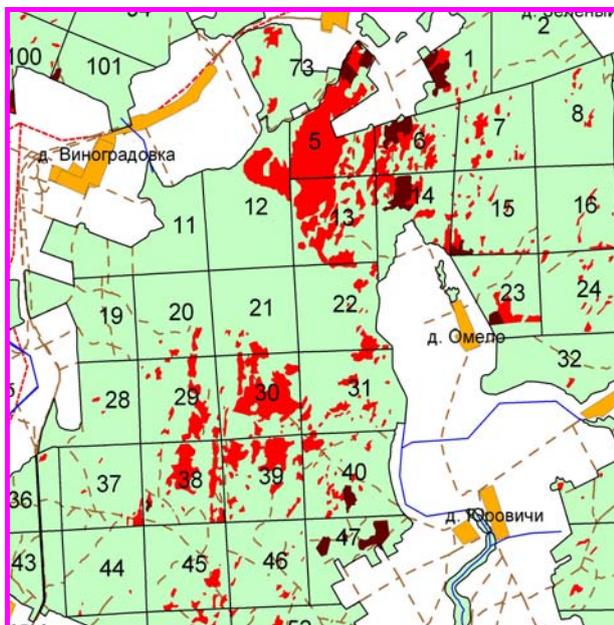
Выбор этой ГИС как основной среды для функционирования программного модуля обуславливается следующими соображениями. Производственный процесс по формированию электронной картографии в РУП «Белгослес» базируется на использовании именно этой ГИС и все векторные картографические слои формируются в ее форматах. На предприятии имеются фиксированные лицензии на использование данной ГИС. Большой спектр различных форматов данных (растровых и векторных) сторонних производителей также поддерживается этой ГИС. В MapInfo есть встроенный язык программирования высокого уровня MapBasic, который в отличие от других стандартных языков имеет ряд функций, выполняющих геопространственные операции, и тесно интегрирован с ГИС MapInfo Professional.

Как уже отмечалось, запуск программного модуля осуществляется из ГИС MapInfo Professional через главное меню этой программы. После указания необходимых ссылок на входные данные и типа повреждения в соответствующем диалоговом окне запускается процесс расчета. В начале выполняются операции с векторными слоями. После завершения этого этапа открывается обзорная карта лесхоза со слоем повреждений (рисунок).

Отобразив в нужном масштабе необходимую часть лесхоза или лесничества, есть возможность распечатать или сохранить в отдельном файле (формат TAB) полученную тематическую карту поврежденных лесных участков с использованием функциональности ГИС MapInfo Professional.

Далее, при необходимости, имеется возможность средствами пиктограммного меню программного модуля дополнительно указать тип повреждений для каждого отдельного поврежденного выдела или группы выделов и запустить следующий этап – расчет потерь в деловой древесине и формирование отчетных

таблиц. По окончании этого этапа произойдет запуск приложения Excel, в окне которого отобразятся сводные табличные данные по оценке потерь деловой древесины.



Фрагмент тематической карты поврежденных лесных участков Черновенского лесхоза, полученной с использованием программного модуля ресурсной оценки повреждений лесных насаждений

В настоящий момент программный модуль позволяет формировать 6 сводных отчетных таблиц, каждая из которых характеризует площади поврежденных участков и объемы потерь деловой древесины в зависимости от уровня объекта, на котором выполняется свод. Формируются своды отчетных данных на уровне лесхоза, лесничества, квартала, лесотаксационного выдела с распределением потерь деловой древесины по группам и видам древесных пород.

Выводы и рекомендации. В соответствии с приведенной выше методикой предварительной ресурсной оценки повреждений лесных насаждений предлагается аппаратно-программный комплекс следующего состава:

- ПК ENVI 4.7;
- ГИС MapInfo Professional 8.0;
- программный модуль ресурсной оценки;

– электронные таблицы MS Excel (необязательный элемент).

Данный аппаратно-программный комплекс позволяет обнаруживать на материалах дистанционного зондирования высокого разрешения (мультиспектральных или панхроматических) участки с повреждениями лесного фонда вследствие сплошных буреломов и ветровалов; выполнять постклассификационную обработку классифицированных изображений с получением векторного слоя поврежденных участков; выполнять в автоматизированном режиме построение тематической карты поврежденных лесных участков; осуществлять ресурсную оценку повреждений лесных насаждений с генерацией отчетных таблиц, содержащих данные о площадях и запасах поврежденных лесных участков.

Апробация работы аппаратно-программного комплекса была выполнена на мультиспектральных материалах космосъемки со спутниковой системы ALOS AVNIR на территорию Червенского лесхоза, пострадавшего в результате ветровалов 2009 г.

Результаты тестирования подтвердили возможность практического использования данного АПК для целей обнаружения повреждений лесного фонда вследствие ветровалов (буреломов), формирования тематических карт поврежденных лесных участков, выполнения предварительной ресурсной оценки повреждений лесных насаждений.

Литература

1. Ильючик, М. А. Формирование базы данных эталонно-калибровочных участков для тематического дешифрирования материалов космической съемки / М. А. Ильючик, С. С. Цай // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 44–47.
2. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР / под общ. ред. В. Ф. Багинского. – М.: ЦБНТИ, 1984. – 308 с.
3. Цай, С. С. Оценка текущих изменений в лесном фонде на основе разновременных материалов космической съемки / С. С. Цай, М. А. Ильючик, С. В. Ковалевский // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 8–10.

Поступила 22.02.2011