

3. Рекомендации по организации и проведению уборки урожая зерновых, зернобобовых, крупяных культур, озимого и ярового рапса в 2020 году / Ф.И. Привалов [и др.] // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Институт защиты растений». – 2020. – 17 с.

УДК 630\*585:629.735.33.052-52

## **МОНИТОРИНГ ПОВРЕЖДЕННЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

**А.А. ПЕТРОВСКАЯ, И.А. ЕВКОВИЧ, А.А. БЕЛЯКОВ**  
Белорусский государственный технологический университет,  
Минск, Беларусь

Проблема стихийных бедствий в лесном фонде (ветровалы, буреломы) становится в последние годы все более актуальной и требует проведения исследований с целью разработки эффективных методов и средств для ликвидации их последствий.

Наиболее разрушительный ветровал в Беларуси произошел в 2016 году, в результате которого площадь поврежденных лесонасаждений с различной степенью интенсивности составила 110 тыс. га, а объем поврежденной древесины – около 6 млн м<sup>3</sup> или 25% от годового объема заготовки лесоматериалов в стране. За 2022 год ущерб от ветровалов составил в общем объеме около 6 млн м<sup>3</sup> поврежденной древесины на площади 90 тыс. га.

Основные сведения по годам о повреждении лесных насаждений неблагоприятными факторами окружающей среды приведены в таблице 1.

Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в лесном хозяйстве сегодня широко практикуется в лесохозяйственных учреждениях Республики Беларусь. При этом, воздушный мониторинг леса представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием лесов с целью оценки и прогноза его изменения. Регулярный мониторинг лесных земель помогает актуализировать электронную документацию и сопоставить ее с прогнозируемыми ранее результатами.

Сегодня в виду проблем стихийных бедствий, ветровалов и буреломов для оперативного освоения лесфонда, отвода его в рубку, уборки захламленности, необходимо проводить мониторинг поврежденных

лесных насаждений в короткие сроки и с соответствующим качеством. Наземные способы и средства определения границ поврежденных участков, используемые при отводе поврежденных лесных насаждений, а также оценки степени и характеристик повреждения являются малоэффективными и сопряжены с повышенным риском для работников лесного хозяйства.

Табл. 1 Повреждение насаждений ветровалами

Год	Повреждено всего		Фактически проведены всего	
	га	т. кбм	га	т. кбм
<b>Ветровалы по РБ</b>				
<b>2012</b>	43601,8	993,24	–	–
<b>2013</b>	40024,3	656,63	39886,7	649,27
<b>2014</b>	62607,5	1402,36	62170,5	1388,08
<b>2015</b>	66115,2	1149,58	65580,4	1140,23
<b>2016</b>	<b>110684,8</b>	5905,95	95402,2	5426,22
<b>2017</b>	37677,3	1064,01	37227,7	1028,56
<b>2018</b>	21895,0	429,89	21866,9	426,95
<b>2019</b>	37718,1	1122,80	37640,7	1112,90
<b>2020</b>	52770,0	1327,04	52522,2	1314,75
<b>2021</b>	46317,2	1034,01	46156,3	1013,20
<b>2022</b>	<b>89216,9</b>	5434,06	85722,3	5131,39

Для разработки мероприятий по ликвидации последствий стихийных бедствий в лесхозах требуется оперативное обследование поврежденных участков с их оценкой по ряду параметров.

Выходом из данной ситуации может служить аэрофотосъемка с использованием БПЛА, позволяющих оперативно и со сравнительно низкой себестоимостью произвести качественную съемку высокого разрешения с применением приборов геопозиционирования с последующим созданием фотоплана и его обработкой в геоинформационной системе (ГИС) для планирования мероприятий по ликвидации последствий негативного воздействия.

Выполненный анализ характеристик БПЛА показал, что для этих целей могут использоваться следующие модели: DJI Matrice 300 RTK Combo, Hubsan Ace Pro RTF 64GB, Walkera QR X350 Pro с передатчиком Devo 10, DJI Phantom 4 RTK SE Combo, DJI P4 Multispectral, Mavic2 Enterprise.

Рассмотрим применение БПЛА для планирования мероприятий по ликвидации последствий негативного воздействия на примере квадрокоптера DJI Phantom 4 RTK стоимостью 29400,00 бел. руб. с одной литий-ионной батареей в комплекте. Для более эффективной работы БПЛА

необходимы дополнительные аккумуляторы, стоимость одного составляет 959,00 бел. руб.

В виду того, что площадь поврежденных лесонасаждений в отдельных лесхозах варьируется от 50 га до 3200 га, необходимо определять рациональные обрабатываемые площади одним БПЛА. Анализируя возможности предлагаемых к использованию БПЛА с учетом комплекса факторов (стоимость, качество и функции выполняемых операций и др.) возможно производить обработку до 50 га одним специалистом. Исходя из экспериментально полученных данных в среднем для обработки такой площади с высоты 80 м квадрокоптеру DJI Phantom 4 RTK необходимо 4 аккумулятора. Так же необходимо иметь один запасной аккумулятор в виду непредвиденных обстоятельств. Значит стоимость одного комплекта будет составлять 33236 бел. руб. Работы по мониторингу поврежденных лесных насаждений с применением БПЛА будут выполняться в три этапа.

Первым этапом в планировании будет аэрофотосъемка поврежденных лесонасаждений. Оператор, начиная с границы ветровала производит полет вручную с целью установки границ поврежденных участков и определяет геокоординаты для последующей работы БПЛА в автоматном режиме.

На втором этапе оператор выставляет задачи для БПЛА, который в свою очередь в автоматическом режиме производит аэрофотосъемку на высоте 80 м (2.5 см/пикс) и перекрытием 70 на 80. Таким образом обрабатывается 50 га за один цикл мониторинга в среднем в 4 цикла для смены аккумуляторов.

Третьим этапом планирования по оценке поврежденных лесонасаждений является создание более мелких и подробных карт местности, выставляя границы с возможными подъездными путями, а также отметкой опасных деревьев и других необходимых параметров.

Таким образом, полученные материалы помогают оценить размер ущерба и определить объем необходимых сил и средств для ликвидации последствий стихийных бедствий. В дальнейшем полученная информация используется для планирования мероприятий по использованию лесов, санитарно-оздоровительных, лесовосстановительных, противопожарных и иных мероприятий, направленных на скорейшую ликвидацию последствий поврежденных лесных насаждений, а также для составления необходимой документации в соответствии с действующим законодательством.

Это позволит повысить эффективность и безопасность освоения таких участков, а также обеспечить прогрессивные организационные меры по их транспортной доступности.