

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НЕСОМКНУВШИХСЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ПО МАТЕРИАЛАМ ЛИДАРНОЙ СЪЕМКИ

Лесовосстановительным работам путем создания лесных культур в Республике Беларусь уделяется большое внимание. Для осуществления контроля по оценке состояния лесных культур и назначения мероприятий по устранению недостатков в соответствии с действующими нормативами проводятся обследования, включающие техническую приемку лесных культур и выполненных мер содействия естественному возобновлению, инвентаризации лесных культур первого и третьего года выращивания, инвентаризацию участков лесных культур с целью перевода в покрытые лесом земли.

В ходе лесоустроительных работ также выполняется обследование лесных культур, созданных после предыдущего лесоустройства с охватом до 10% их площади (но не менее 30 га лесных культур на лесничество при их наличии).

При технической приемке, инвентаризации и обследовании лесных культур в характерных местах закладываются пробные площади с целью учета приживаемости и других таксационных показателей, характеризующих их качество. Однако пробные площади не позволяют охватить всю территорию созданных лесных культур, что может приводить к ошибкам в оценке показателей их качества.

В последние годы для оценки таксационных показателей древостоев широко применяются данные, полученные с использованием лазерных сканеров (лидаров). Лазерное сканирование позволяет построить цифровую пространственную модель полога древостоя в виде набора (облака) точек с x , y , z координатами, показателем интенсивности отраженного излучения и показателем цвета, а современные комплексы и ГИС технологии включают средства для обработки данных лидарной съемки и проведения измерений в камеральных условиях. Одним из основных преимуществ лидарной съемки является возможность измерений высот деревьев и древостоя. Все это позволяет автоматизировать процесс обработки и определения таксационных показателей древостоев, в том числе для оценки качества лесных культур.

Основной целью исследования стало изучение возможности использования данных лазерного сканирования при оценке густоты и средней высоты лесных культур ели.

В качестве программного обеспечения для обработки данных

лазерного сканирования использована географическая информационная система SAGA (System for Automated GeoScientific Analysis), являющаяся свободно-распространяемым программным обеспечением (ПО) с открытым исходным кодом. Благодаря совместной с Laserdata GmbH разработке, SAGA позволяет не только визуализировать, но и анализировать данные облака точек, проводить их классификацию, выборки по заданному признаку, интерполяцию.

Для автоматизации дешифрирования густоты древостоя на кафедре лесоустройства БГТУ разработаны алгоритмы, позволяющие по данным лазерного сканирования, аэро- или космической съемок вычислять число деревьев верхнего яруса на выделе с минимальным участием дешифровщика.

Исходными данными послужили материалы зимней лидарной съемки несомкнувшихся лесных культур ели на площади 5,9 гектаров, квартал 1, выдел 54, Гребенецкого лесничества Червенского лесхоза. Лазерное сканирование выполнено в 2022 году лидаром Zenmuse L1 с квадрокоптера Matrice 300 RTK фирмы DJI. В результате было получено облако точек с плотностью около 950 точек на 1 м².

Обработка облака точек лидарной съемки (рис. 1а) выполнялась в несколько этапов. Вначале были устранены шумы – отдельные точки, находящиеся над поверхностью полого культур или под поверхностью земли.

Второй этап предусматривал построение цифровой растровой модели рельефа местности, содержащей высотные отметки поверхности земли (рис. 1б). Сложность данного этапа заключалась в том, что необходимо было точно отразить микрорельеф участка – неглубокие борозды, нарезанные для посадки культур. Растровая модель строилась по усредненным минимальным значениям облака точек пространственным разрешением 0,2 м.

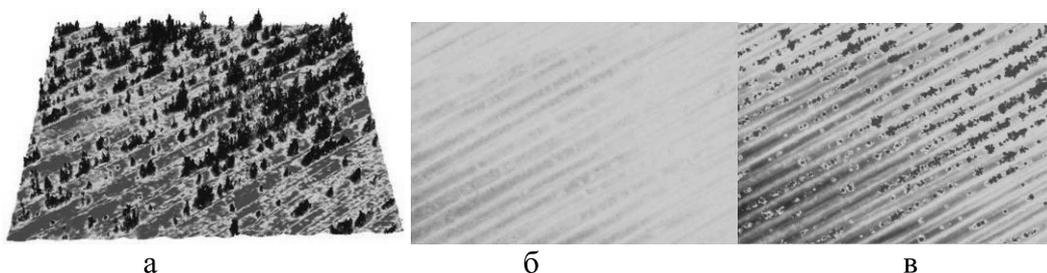


Рисунок 1 – Облако точек (а), цифровая растровая модель рельефа (б), растровая модель полого культур ели (в)

На третьем этапе по усредненным максимальным высотным отметкам облака точек с пространственным разрешением 0,2 м была построена цифровая растровая модель поверхности полого лесных культур

тур. Растровая модель самого полого (рис. 1в), содержащая высоты деревьев культур ели, вычислялась как разность между вышеописанными моделями поверхности полого и рельефа местности.

Следующий этап заключался в классификации изображения и выделении отдельных деревьев культур ели. Использовался метод неконтролируемой классификации на основе мультиспектральной съемки в видимом диапазоне (*RGB*) и растровой цифровой модели полого культур ели (рис. 2а).

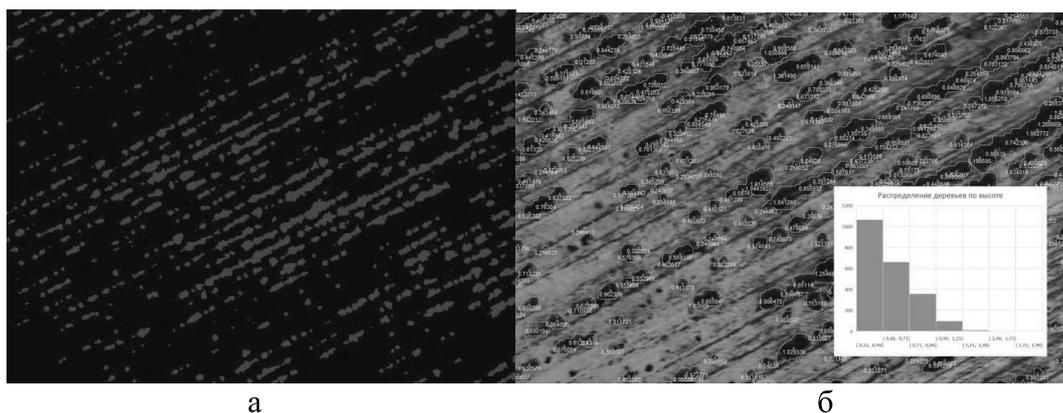


Рисунок 2 – Результаты классификации культур ели (а), векторный слой и график с результатами измерений высот культур ели (б)

По результатам классификации формировался векторный полигональный слой деревьев еловых культур. Для измерения высот отдельных деревьев применялся метод локальных максимумов, местоположение которых соответствует вершинам деревьев и возвышенностям микрорельефа. В качестве исходных данных использовалась растровая модель поверхности полого.

В результате был получен точечный слой локальных максимумов на всей площади выдела, включающий как точки, попавшие на вершины крон ели, так и точки попавшие на отвалы почвы вдоль борозд и другие повышенные места рельефа. Затем, по векторному полигональному слою деревьев еловых культур были «вырезаны» точки локальных максимумов, попадающие только на вершины деревьев ели.

На завершающем этапе на основе растровой цифровой модели полого культур ели для каждой попавшей на вершину точки были получены высоты деревьев культур ели (рис. 2б), вычислено количество точек, характеризующее густоту культур, построен график распределения деревьев по высоте и вычислена средняя высота еловых культур.