

ПОЛЕВЫЕ ЛЕСОТАКСАЦИОННЫЕ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЫБОРОЧНОЙ ЛЕСОИНВЕНТАРИЗАЦИИ ФИНЛЯНДИИ

Значительный опыт по проведению государственных выборочных лесоинвентаризаций (ГВЛИ) математико-статистическим методом имеет Финляндия.

Финляндия — седьмая европейская страна по площади (338 тыс. м² или 33,8 млн га), с населением 5,2 млн человек, расположена между географическими широтами 59,5° и 70,2° (рис. 1). С 1995 года Финляндия входит в Европейский Союз.

В Финляндии, начиная с 1921 г., проведено полных восемь государственных выборочных лесоинвентаризаций.

Выборочная лесоинвентаризация математико-статистическим методом в Финляндии проводится последовательно с юга на север по районам управления лесным хозяйством и основывается на систематической выборке, интенсивность которой зависит от района страны.

В настоящее время выборочная лесоинвентаризация Финляндии представляет собой систему получения детальной разносторонней информации о качественных и количественных характеристиках лесного фонда, полновесную систему контроля состояния лесных ресурсов и ди-

тельный институт лесного хозяйства (Metla).

Традиционно роль выборочной лесоинвентаризации Финляндии заключается в получении достоверной, статистически обоснованной, разносторонней информации о лесном фонде для формирования лесной статистики, а также для целей лесоуправления и планирования. Информация о лесных ресурсах, полученная выборочными статистическими методами, используется различными лесовладельцами.

Особенностью текущей девятой лесоинвентаризации является сочетание и активное использование различных источников информации (multi-source forest inventory): 1) данные таксации на РКПП в системе ГВЛИ; 2) материалы дистанционного зондирования (снимки, полученные с искусственного спутника Landsat 7 TM, съемочная аппаратура которого (сканирующий радиометр Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)) обеспечивает съемку земной поверхности в шести каналах с разрешением 30 м, в одном ИК канале — с разрешением 60 м, и одновременную панхроматическую съемку с разрешением 15 м при ширине полосы обзора для всех каналов около 185 км. При отсутствии приемлемых снимков с Landsat 7 TM (главным фактором, ограничивающим информационную емкость снимка, является повышенная облачность, как правило, более 30% снимка) используются снимки, полученные со спутника IRS-1C, а также Spot); 3) данные цифровых карт в растровом изображении, а также высотная "корректировочная" модель — файлы в векторном и растровом формате — данные для служебного пользования, покупаемые у Государственной службы землеустройства Финляндии.

В системе девятой выборочной лесоинвентаризации Финляндии широко используются современные лесотаксационные инструменты и оборудование — лазерные высотомеры-дальномеры, приростомеры, угломерные инструменты, мобильные лесотаксационные компьютеры, GPS-приемники, специализированное офисное оборудование для обработки и измерения образцов радиально-го прироста — сканер Win Dendro (Duo

scan производства Канады), микроскоп Stalex шведского производства, специализированное коммерческое программное обеспечение для обработки многоплановой информации (ArcView GIS Version 3.1., Erdas Imagine 8.4.), современное оборудование для получения топографических материалов, различных тематических карт (NovaJet Pro 600e (ENCAD)).

В течение полевого сезона 2002 года (май — октябрь) лесотаксационные работы в системе девятой государственной выборочной лесоинвентаризации проходили в северной Финляндии на территории одиннадцатого (Kainuu) и двенадцатого (Pohjois-Pohjanmaa) районов управления лесным хозяйством.

Перед началом полевых лесоустроительных работ проводилась коллективная лесотаксационная тренировка (2—3 недели, апрель, май). В коллективной тренировке участвовали все бригады и таксаторы. Особое внимание уделялось тем таксаторам, которые не имеют достаточного опыта работы.

Каждая таксационная команда состояла из 3-х человек. Руководитель (бригадир) наряду с другими членами таксационной команды несет ответственность за четкое выполнение инструкции для полевых лесоустроительных работ, обязан контролировать ход таксационных измерений на пробной площади. В целом 36 таксаторов, т.е. 12 таксаторских команд, работали в системе выборочной лесоинвентаризации. Принципы их работы заключаются в следующем: любая бригада имеет на каждый тракт отдельный фрагмент топографической карты масштаба 1:20000 с условными обозначениями. Все тракты имеют свой номер. Например, номер 89-56 означает 89-й тракт с юга и 56-й с запада.

Систематическая выборка представляет собой систему трактов 2100 м на 2100 м (длина одной стороны для постоянного тракта 1500 м) через 7 км (рис. 2).

По сторонам временного тракта расположены 15 РКПП (рис. 2) на расстоянии 300 м (11 РКПП для постоянного тракта, РКПП №1, 2, 14, 15 не таксируются). Соответственно, в процессе проведения текущей лесоин-



Рис. 1. Географическое расположение

намики изменения окружающей среды. В ходе полевых работ измеряются и оцениваются более 100 различных параметров. Ответственная организация за проведение государственной выборочной лесоинвентаризации — Финский научно-исследова-

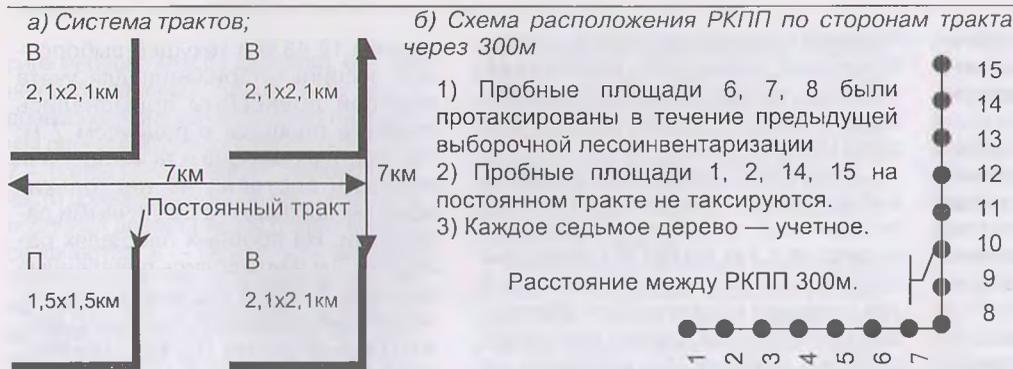


Рис. 2. Трехэтапная систематическая выборка, применяемая в северной Финляндии (Kainuu и Pohjois-Pohjanmaa районы управления лесным хозяйством)

вентаризации около 25% трактов будут установлены как постоянные (для повторной на них таксации через 10 лет во время проведения следующего лесоинвентаризационного цикла).

В целом один тракт в системе выборочной лесоинвентаризации Финляндии занимает один полный рабочий день таксационной команды.

При проведении полевых лесоинвентаризационных работ, которые по-прежнему являются основой государственной выборочной лесоинвентаризации Финляндии, вся первичная информация заносится в мобильный лесотаксационный компьютер Husky FS3 английского производства (компьютер бригадира и ассистента). Информация об одном тракте хранится в файлах двух типов: данные таксации на РКПП (сведения о насаждении в целом, данные непосредственной таксации на РКПП, учетные деревья) — текстовый файл с расширением dat; координаты всех РКПП на лесных землях — данные с GPS-приемника — файл с расширением gps. В целом данные таксации и данные GPS-приемника по одному тракту занимают 140—180 Кбайт. Программное обеспечение для данного специализированного компьютера разработано сотрудниками Metla. Для ввода лесотаксационной информации и ее первичной обработки (классификация по полям с уникальными кодами) исполь-

зуется лесотаксационная программа, написанная на Turbo Pascal и работающая в среде MS DOS. Для ввода и обработки данных GPS-приемника (x,y — координаты) разработана уникальная программа на языке программирования СI. При вводе первичной информации в мобильный таксационный компьютер осуществляется логическая проверка данных на основе системы известных закономерных связей между таксационными показателями.

Мобильные GPS-приемники (система глобального позиционирования Trimble ACE II module) применяются для нахождения и установления значений прямоугольных координат (x, y) центров временных и постоянных РКПП по сторонам трактов, для навигации между РКПП, а также для установления координат центров трех "угловых" РКПП, которые были заложены в течение прошлого лесоинвентаризационного цикла (рис. 3). При нахождении центра такой РКПП несомненно преимущество использования мобильных GPS-приемников. Ориентирование и нахождение центра пробной площади при прошлой выборочной лесоинвентаризации занимает считанные минуты.

Ежедневно по завершении работы осуществляется передача (считывание) данных таксации с таксационного компьютера на жесткий диск

ноутбук. Каждый второй (третий) день информация транслируется на головной компьютер (альфа-компьютер, сервер) Финского научно-исследовательского института лесного хозяйства на основе мобильной цифровой связи стандарта GSM, где она проходит тщательную проверку на достаточность всех требуемых записей и их логическую корректность (рис. 3).

При таксации на РКПП (постоянный или временный тракт) бригадир таксационной команды вводит в лесотаксационный компьютер код категории земель, общую характеристику для пробной площади данного тракта РКПП (лесной район расположения тракта, назначение или использование), размер РКПП, характеристику таксируемого насаждения в целом.

Для уровня каждого насаждения обязательно указываются границы насаждения (ближайшие, если таковые имеются), расстояния до иных категорий земель (насаждений), сайт-класс в соответствии с типологической шкалой Каяндера, тип и характеристика почвы, наличие дренажной системы, ее нынешнее состояние и эффективность использования, класс таксовой оценки насаждения. Выделено четыре класса таксовой оценки насаждений в зависимости от величины годового прироста стволовой древесины. В зависимости от класса таксовой оценки насаждения установлена дифференцированная ставка налогообложения для лесовладельцев.

При классификации (типологии) болот используется монография Н. Vasander "Типы болот". В пределах категории "низкопродуктивные лесные земли с избыточным увлажнением" (годовой прирост стволовой древесины составляет от 0,1 до 1 м³/га) первичной классификационной единицей является преобладающая древесная порода (сосна, ель, береза).

В отдельную категорию выделяются так называемые открытые болота (без какой-либо существенной древесной растительности).

Для каждой пробной площади указываются древесные породы в составе древостоя, средние таксационные показатели древостоя, состояние древостоя и имеющиеся повреждения, класс развития, качественная характеристика древостоя (для каждой характеристики разработана детальная шкала с уникальным кодом для ввода в ле-



Рис. 3. Схема трансляции данных таксации в системе государственной выборочной лесоинвентаризации

сотаксационный компьютер), напочвенный покров, фиксируются проведенные лесохозяйственные мероприятия по уходу за древостоем.

При таксации на РКПП бригадир указывает рекомендуемые лесохозяйственные мероприятия: рубки ухода и их интенсивность, мероприятия по лесовосстановлению, подновление или прокладка новой сети мелиоративных каналов.

В отношении лесных земель с различными формами собственности при проведении выборочной лесоинвентаризации в некоторых случаях таксация различается. Прежде всего это касается учета естественного лесовозобновления. На лесных землях государственного фонда Финляндии для изучения количества и оценки состояния подроста хозяйственно значимых пород параллельно с таксацией на РКПП закладывается сеть КПП по типу систематической выборки — 12 КПП через 20 м, радиус КПП 2,3 м. Работы по учету количества и оценке состояния естественного лесовозобновления на землях государственного лесного фонда имеют дополнительное целевое бюджетное финансирование. На частных лесных землях (а таковых в Финляндии более 60%) интенсивность выборки значительно ниже — 3 КПП радиусом 2,3 м.

Методики проведения таксационных работ на пробных площадях постоянных и временных трактов значительно отличаются.

Объем работы для РКПП постоянного тракта больше и поэтому количество пробных площадей на одном тракте 11, РКПП 1, 2, 14, 15 не таксируются (рис. 2). Таксация на РКПП начинается от северного направления магнитного меридиана по ходу часовой стрелки.

Каждое учтенное дерево помечается маркером, измеряется расстояние от центра РКПП до наблюдаемого дерева и угол, заключенный между северным направлением магнитного меридиана и направлением от центра КПП на визируемое дерево (линия, соединяющая центр РКПП и таксируемое дерево), отсчитываемый по ходу часовой стрелки. Таким образом фиксируются координаты каждого учтенного дерева на постоянной КПП по отношению к центру площадки, которые будут использованы при повторной таксации на данной КПП в следующем лесоинвентаризационном цикле (через 10 лет).

В отличие от использования измерительных приборов (буссоль, гониометр и т.п.) с общепринятой 360-градусной азимутальной шкалой, финские таксаторы используют мо-

бильный угломерный прибор, разработанный финской компанией SUUNTO, шкала которого градуирована в гонах ($1 \text{ gon} = 1/400, 200 \text{ gon} = 180^\circ$).

Вероятность включения дерева в выборку пропорциональна площади поперечного сечения таксируемого дерева на 1,3 м. На РКПП с помощью полнотомера Биттерлиха (фактор 1,5 для северной и центральной Финляндии) измеряется сумма площадей сечений (количество деревьев на КПП, умноженное на фактор полнотомера). Мерной вилкой измеряется диаметр на высоте 1,3 м. Для определения точного места измерения диаметра используется специальный шест.

Пограничные (сомнительные) деревья подлежат обязательной проверке с измерением расстояния от центра РКПП до фронтальной поверхности ствола таксируемого дерева. После ввода в компьютер диаметра учетного дерева на экране дисплея в соответствующей позиции появляется значение максимального расстояния, при котором данное дерево включается в пробную площадь. В противном случае, если расстояние превышает указанное, дерево исключается из выборки.

В настоящей девятой выборочной лесоинвентаризации при закладке пробных площадей в северной и центральной частях Финляндии использовался максимальный постоянный радиус 12,45 м (в южной Финляндии $R = 12,52 \text{ м}$; $d_{\text{max}} = 35,4 \text{ см}$; $q = 2$), что соответствует максимальному диаметру 30,5 см при факторе полнотомера 1,5.

Основанием для установления постоянного максимального радиуса являются следующие положения: 1) за счет установления максимального радиуса потеря в точности незначительная, однако объем работ уменьшается существенно; 2) за счет меньшего радиуса уменьшается количество РКПП, которые попадают на границу различных насаждений, а также на границу различных категорий земель. Следовательно, значительно уменьшается объем работ на РКПП, а также количество так называемых неполных РКПП и РКПП, состоящих из нескольких различных насаждений, которые всегда создают определенные трудности при камеральной обработке материалов таксации; 3) при установлении максимального радиуса некоторые пограничные деревья (как правило, диаметр которых значительно выше среднего и они являются нехарактерными для данного древостоя) будут исключены из выборки.

Помимо пробных площадей с ра-

диусом 12,45 м в текущей выборочной лесоинвентаризации для учета мертвой древесины применялись пробные площади с радиусом 7 м, т.е. фактически одна и та же пробная площадь состояла из нескольких пробных площадей с различными радиусами. На пробных площадях радиусом 7 м учитывались поваленные деревья. В обоих случаях, когда минимальный измеряемый диаметр должен быть не менее 100 мм, оцениваются класс состояния (деструкции), процент покрытия корой.

В дальнейшем эти данные таксации на пробных площадях радиусом 7 м будут использованы сотрудниками Metla в рамках государственного научного проекта по оценке биологического разнообразия лесов Финляндии. Этот проект разрабатывается как составная часть национальной программы по оценке состояния лесных экосистем и их устойчивости в условиях обостряющегося экологического кризиса.

Формат ввода данных таксации учтенных деревьев в мобильный лесотаксационный компьютер следующий: 1) номер РКПП; 2) номер учтенного дерева на РКПП; 3) номер насаждения; 4) код породы; 5) диаметр таксируемого дерева в мм; 6) расстояние до таксируемого дерева в см; 7) категория дерева, исходя из размерно-качественных характеристик древесного ствола, в отношении возможности или перспективы получения пиловочной древесины или древесины для целлюлозно-бумажной промышленности; 8) категория дерева в зависимости от состояния дерева и в соответствии с распределением деревьев по возрастным поколениям; 9) "координатный" угол, заключенный между северным направлением магнитного меридиана и ориентированной на таксируемое дерево линией.

В текущей лесоинвентаризации выделены следующие качественные категории ствола растущего дерева: 0 — деревья диаметром менее 4,5 см, 1 — деревья диаметром более 4,5 см, не пригодные для получения деловой древесины, 2—4 — деревья, нынешние параметры которых меньше параметров пиловочной древесины, 2 — в будущем пригодны для получения пиловочной древесины первого класса качества, 3 — в будущем способны дать пиловочную древесину не первого класса качества, 4 — пригодны только для получения балансовой древесины, 5—9 — по своим нынешним параметрам пригодны для получения пиловочной древесины, 5 — более 80% деловой "пиловочной" части древесного ствола составляет пиловочная древе-

сина первого класса качества, 6 — менее 80% деловой "пиловочной" части древесного ствола составляет пиловочная древесина первого класса качества, 7 — более 80% деловой "пиловочной" части древесного ствола составляет пиловочная древесина не первого класса качества, 8 — менее 80% деловой "пиловочной" части древесного ствола составляет пиловочная древесина не первого класса качества, 9 — древесные стволы, которые по своим размерам пригодны для получения пиловочной древесины, однако по качеству не соответствуют требованиям, предъявляемым к пиловочной древесине. Пригодны для получения балансовой древесины.

Такая громоздкая на первый взгляд классификация весьма проста в практическом применении, так как определение качественной категории по сути сводится к трем базисным категориям: I (1—2) менее 4,5 см и деревья, не пригодные для получения деловой древесины; II (2—4) деревья, по своим размерам пригодные в настоящее время для получения балансовой древесины; III (5—9) — деревья, по своим размерам пригодные в настоящее время для получения пиловочной древесины. Качественные категории 3 и 7 являются наиболее распространенными при проведении государственной выборочной лесоинвентаризации.

На основе реласкопической выборки каждое седьмое учетное дерево — учетное. Для каждого учетного дерева на постоянном тракте измеряется: 1) таксационный диаметр; 2) диаметр на высоте 6 м (только если дерево высотой более 7,5 м); 3) высота учетного дерева, высота 5 лет назад (для хвойных пород); 4) высота поднятия живой кроны и расстояние от поверхности земли до первого мертвого сука (у деревьев, пригодных для получения пиловочного сырья). При этом минимальный диаметр для учитываемых мертвых сучьев — 15 мм. Так же оценивают происхождение, состояние дерева в соответствии с внешними морфологическими признаками, возраст учетного дерева, класс дефолиации, имеющиеся повреждения, категорию дерева, исходя из размерно-качественных характеристик древесного ствола, возраст (с высоты 1,3 м) и количество лет, необходимых данному дереву в этих конкретных лесорастительных условиях для достижения высоты 1,3 м (если возможно оценить).

В завершение производится привязка пробной площади. Для этого измеряется расстояние до хорошо заметного ориентира, а также угол от северного направления магнитного

меридиана до направления "привязочной" линии. Ориентиры отмечаются красной несмываемой краской. Параллельно бригадир ведет абрис привязки для ее нахождения при следующей десятой выборочной лесоинвентаризации. Абрис оформляется ручкой, четко и ясно.

На РКПП временного тракта координаты таксируемых деревьев не фиксируются, привязка не делается. У учетных деревьев на пробной площади (каждое седьмое дерево) с правой стороны от центра РКПП перпендикулярно линии, соединяющей центр РКПП и таксируемое учетное дерево, берутся керны древесины приростным буровом (SUUNTO, Finland). Керны древесины подписываются (порядковый номер учетного дерева в пределах РКПП), помещаются в специальный футляр, на футляре указывается дата взятия керна, номер тракта и РКПП. Отдельно, специальным лесотаксационным инструментом, измеряется толщина коры с двух сторон на высоте 1,3 м. В компьютер вводится среднеарифметическое значение результатов этих измерений.

Измерение ширины годичных колец у образцов древесины для определения величины текущего периодического прироста (за 5 лет, а также величины текущего среднепериодического прироста) производится в камеральных условиях. Для этого используется современное офисное оборудование — сканер Win Dendro, а также микроскоп Stalex шведского производства.

Для измерения высоты применяется многофункциональный лазерный высотомер-дальномер VERTEX III производства шведской фирмы Haglof. В основе измерения лежит известный тригонометрический принцип — на дереве на высоте 1,3 м помещается специальный приемник сигнала, после этого сначала визируют на приемник, в результате чего устанавливается базис, затем — на вершину таксируемого дерева. На экране VERTEX III после фиксации шкалы объектива на верхней точке кроны дерева получаем высоту дерева. Для измерения величины вертикального угла уклона местности и превышений применяется финский уклономер SUUNTO.

В каждом древостое, который представлен на РКПП, закладывается по 3 "летучих" РКПП по типу систематической выборки (через 20 м) для установления величины сумм площадей сечений для каждого древостоя. Среднеарифметическое значение результатов измерений вводится в лесотаксационный ком-

пьютер и в дальнейшем эти данные будут использованы при формировании лесной статистики в разрезе лесных районов и в целом для страны. Например, распределение лесного фонда по группам абсолютных полнот, возраста, сайт класса и пр.

В течение всего полевого сезона представители Финского научно-исследовательского института лесного хозяйства контролируют ход проведения таксационных работ. Кроме того, на протяжении лесоинвентаризационных работ каждая таксационная команда проводит контрольную таксацию на трактах другой таксационной команды. Выборка производится случайным образом в радиусе 100 км от места работы таксационной команды, объем выборки — 5% от общего объема сезонных трактов в системе ГВЛИ в расчете на одну команду. Контрольная таксация должна производиться на недавно заложенных РКПП (в июне), но не позднее 4-х дней после проведения на ней основной таксации, контролируемой бригадой, и позже (июль, август, сентябрь), но не позднее 6-и дней после проведения на РКПП основной таксации. Таким образом обеспечивается сопоставимость результатов контрольной и основной таксации, производится объективный анализ выявленных отклонений, делаются соответствующие выводы.

Параллельно с сетью РКПП в системе ГВЛИ функционирует сеть пробных площадей (3006 пробных площадей в различных регионах страны), заложенных для целей лесного мониторинга — оценки лесовозобновления, наблюдения за динамикой накопления лесными экосистемами серы, тяжелых металлов, оценка общего состояния окружающей среды и пр.

Детально разработанная инструкция по проведению полевых лесоустроительных работ в системе государственной выборочной лесоинвентаризации Финляндии, неукоснительное выполнение требований данной инструкции таксационными командами, а также надлежащий многоуровневый оперативный контроль поступающих на сервер института Metla данных таксации создают предпосылки сбора сведений о количественных и качественных характеристиках лесных ресурсов страны с заранее известной точностью при заданном доверительном уровне.

С. МИНКЕВИЧ,
ассистент кафедры
лесоустройства БГТУ