

Проблема репрезентативности стратифицированной выборки на примере отчета по ГИЛ Калужской обл.

Б. Н. Моисеев – кандидат сельскохозяйственных наук

*А. Н. Филипчук – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель
директора, Всероссийский научно-исследовательский институт
лесоводства и механизации лесного хозяйства*

*В статье проанализированы некоторые ошибки репрезентативности
выборки на примере Отчета по ГИЛ Калужской обл. Даны предложения по
внесению изменений и дополнений в методику работ по государственной
инвентаризации лесов.*

Ключевые слова: государственная инвентаризация лесов, репрезентатив-
ность, выборка, пробная площадь, Калужская область

В соответствии с Порядком проведения государственной инвентаризации лесов (утвержден приказом Рослесхоза от 06.06.2011 № 207), одним из мероприятий, обеспечивающим достижение ее целей, является «определение количественных и качественных характеристик лесов».

Стратификация ГИЛ в значительной степени базируется на лесоустроительных материалах. Методически она построена на использовании актуализированных материалов лесоустройства и закладке сети наземных постоянных пробных площадей (ППП), основанной на стратифицированной выборочной совокупности с «соблюдением требований к случайной выборке» [1].

Суть выборочного метода – получение первичных данных о лесах на основе выборки, анализ данных и их распространение на всю генеральную совокупность с целью получения достоверной информации. Достоверность информации определяется репрезентативностью выборки, которая является большой проблемой при оценке природных объектов. В экологии [2] считается нормой, если ошибка репрезентативности не превышает 10 % (ошибка репрезентативности есть расхождение между выборочной характеристикой и предполагаемой характеристикой генеральной совокупности). Принятый в ГИЛ принцип «сочетания случайной и систематической выборок» закладывает в методику неизбежность существования систематических ошибок измеряемых показателей ГИЛ [1]. Систематические ошибки репрезентативности возникают в связи с особенностями принятой системы отбора и обработки данных наблюдений или в связи с нарушением установленных правил отбора. При помощи математических средств можно устранить случайные ошибки, но не систематические, поэтому необходимо осуществлять логический анализ причин появления этих ошибок и разрабатывать меры по их устранению. Рассмотрим некоторые ошибки репрезентативности на примере Отчета по ГИЛ Калужской обл. (2013) (<http://www.mnr.gov.ru/search/index.php?q=отчет+по+государственной+инвентаризации+лесов+Калужской+области&x=0&y=0>).

1. Расчет количества постоянных пробных площадей проводился по лесному району хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации. Для этого района была установлена целевая точность определения общего запаса древесины, равная $\pm 1-5\%$. Следовательно, в данном случае генеральной совокупностью ГИЛ является лесной район, который состоит из 23-х субъектов Российской Федерации общей площадью лесных земель 28,6 млн га. Согласно принятой методике, ни субъект Российской Федерации, ни лесничество не являются генеральной совокупностью ГИ. Однако Отчет построен традиционным образом, при котором роли генеральной совокупности выступают все леса Калужской обл., разделенные на лесничества и страты (в отчете по ГИЛ Калужской обл. генеральная и выборочная совокупности не названы и не определены).

По данным Отчета, площадь лесных земель Калужской обл. составляет 1 227 497 га, здесь за 4 года было заложено 426 ППП, т. е. одна ППП характеризует в среднем 2 881 га лесов (по лесничествам – от 563 до 4 097 га). Общая доля площади выборочной совокупности (суммарная площадь ППП равна 21,3 га) составляет 0,0017 % площади лесов области. При этом авторы Отчета утверждают, что точность определения общего запаса древесины составила $\pm 2,1\%$ (табл. 7 Отчета). Однако не доказана репрезентативность принятой стратифицированной малой выборки ($n < 30$). В среднем 12 ППП на одну страту явно недостаточно для достоверных выводов о запасе древостоев, который варьирует в очень широких пределах в зависимости от возраста древостоев, класса бонитета и относительной полноты.

2. При определении количественных и качественных характеристик лесов применялась Единая схема стратификации лесов Российской Федерации. При этом «стратификация проводилась на основе использования актуализированных поведельных баз данных последнего лесоустройства путем группирования лесных насаждений (лесотаксационных выделов) в относительно однородные группы (лесные страты), в

пределах которых дисперсия запасов древесины меньше, чем между стратами генеральной совокупности» (стр. 7 Отчета). При этом в Отчете не приведен расчет необходимого количества ППП и дисперсии запасов древесины в стратах генеральной совокупности, а это – ключевой вопрос репрезентативности выборки. Кроме того, сам принцип выделения страт вызывает большие сомнения. Трудно представить, что «Мелколиственные спелые и перестойные высокопроизводительные древостои березы, ольхи черной, липы VI и выше классов возраста, от Ia до II классов бонитета» (страта № 37) имеют существенно другую дисперсию запасов, чем аналогичные древостои V класса возраста. Известно, что древостои равных классов бонитета имеют сходный естественный ряд развития (ход роста) с наименьшей дисперсией запаса от молодняков до спелых древостоев при равных полнотах [3]. Более того, различие дисперсий запасов древостоев разных классов бонитета сглаживается разными относительными полнотами. Так, например, спелый березняк II класса бонитета с полнотой 0,6 имеет почти такой же средний запас на 1 га, как и древостой III класса бонитета, но с относительной полнотой 0,8 (см. таблицы хода роста по Н. Я. Саликову). В табл. 8 о стратификации лесов Калужской обл. и в Отчете отсутствуют данные по относительным полнотам древостоев, учет которых может существенно изменять дисперсию запаса как внутри лесотаксационного выдела, так и в отдельной страте (в табл. 8 нет данных по количеству ППП в каждой стра-

те). Дисперсия запаса внутри страты может быть значительно больше, чем дисперсия между стратами лесничеств или соседнего лесного района при равных классах бонитета. А это является нарушением правил отбора единиц выборки. Репрезентативность выборки нужно доказывать, так как это один из самых трудных и спорных показателей в лесной статистике.

Отсутствие важнейших статистических показателей в Отчете по ГИЛ делает невозможным проверку расчетов количества ППП и ставит под сомнение достоверность формирования страт, а также репрезентативность выборки.

3. Полученные в Отчете результаты доказывают изложенные выше ошибки репрезентативности ГИЛ. Так, в табл. 10 Отчета «Распределение площади и запасов древесины по группам древесных пород и группам возраста по данным, полученным при проведении работ по ГИЛ» приведены общие площади и запасы древесины, но нет запасов на 1 га по группам возраста. Если сделать расчет запасов на 1 га, то получим фантастические цифры во всех группах возраста, кроме молодняков (таблица).

Даже если допустить, что данные средних запасов на 1 га в государственном лесном реестре занижены на 10–25 % [4], то превышение в 2–3 раза данных ГИЛ по группам пород (средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные) выглядит неправдоподобно. В связи с этим сравнительные данные, приведенные в табл. 10 Отчета, не вызывают доверия. На ППП запас рассчитывают по отдельным деревьям породы,

Сравнительный расчет запасов древесины по данным табл. 10 Отчета и данным ГЛР–2011, м³/га

Группы пород	Средний запас на 1 га, м³	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные	
					всего	в том числе перестойные
Расчет по данным табл. 10 Отчета						
Хвойные	360	86	557	949	713	0
Твердолиственные	166	35	480	688	669	615
Мягколиственные	334	30	327	428	606	858
Расчет по данным ГЛР-2011						
Хвойные	211	93	270	306	323	267
Твердолиственные	202	86	185	213	241	224
Мягколиственные	189	42	159	201	243	260

тогда как при таксации его определяют по преобладающей породе выдела и/или хозсекции. Поэтому данные по запасу на 1 га ГИЛ могут иметь систематическую ошибку, так как были получены на основе нерепрезентативной выборки.

В Отчете отсутствует таблица распределения запасов по породам и классам возраста – классическая основа количественной и качественной характеристики лесов.

Решением проблемы может послужить предложение В. И. Архипова [5], которое «базируется на идее конвергенции, т. е. сближении и объединении 2-х систем лесоучетных работ (таксации лесов и ГИЛ) на основе заимствования друг у друга позитивных черт и качеств». Результатом включения таксации лесов в технологическую цепочку ГИЛ станет классический метод инвентаризации лесов со следующей иерархией: генеральная совокупность $\Rightarrow$ лесная страта $\Rightarrow$ лесотаксационный выдел $\Rightarrow$ пробная площадь $\Rightarrow$ модельное дерево.

Данные по запасу, полученные на пробных площадях «малой выборки», нельзя распространять на всю генеральную совокупность или регион. Данные пробных площадей в некоторых случаях могут завышать средний запас древесины в регионе, так как не могут статистически точно учесть все разнообразие таксационных показателей древостоев на обширных территориях региона и страны.

Наибольшую дисперсию запаса создает полнота древостоев, тогда как при градации страт допускается очень большой диапазон относительных полнот: «0,25–0,64; 0,65 и выше». В этом диапазоне полнот систематическая ошибка среднего запаса древостоев в стратах может достигать +80–+150 %, а в пределах лесничества/региона – до +300 % при равных классах бонитета. В то же время существуют дистанционные способы таксации с использованием современных программно-аппаратных комплексов, которые позволяют получать более точные повыдельные лесотаксационные данные страт ГИС-формата. Закладка постоянных и временных пробных площадей позволит уточнить характеристики лесо-

таксационных выделов, полученные дистанционным методом.

Для повышения достоверности результатов ГИЛ предлагаем внести следующие изменения и дополнения в методику работ и отчет по ГИЛ.

1. Разделить территорию субъекта Российской Федерации на зоны – «интенсивную и экстенсивную», в которых должны применяться разные методологические и технологические решения при осуществлении ГИЛ [5].

2. Определить количество и привести расчет количества постоянных и временных пробных площадей в каждой страте.

3. В отдельной таблице показать результаты расчета запаса древесины на ППП и ВПП (в м³/га), его дисперсию и ошибку в страте, регионе, лесном районе. Необходимо привести все доказательства репрезентативности стратифицированной выборки.

4. В названиях страт необходимо убрать «темнохвойные, светлохвойные... мягколиственные, мелколиственные...» и вернуться к названию по преобладающей породе. Названия страт должны соответствовать названиям хозсекций в регионе.

5. Во всех работах по инвентаризации лесов, лесоустройству и ГЛР необходимо ввести научное деление лесов на группы пород: хвойные, широколиственные, мелколиственные. При этом все виды липы следует отнести к широколиственным, а виды березы каменной – к мелколиственным породам.

6. В отдельной сложной таблице следует дать распределение площадей и запасов по стратам и классам возраста, группам бонитета и относительным полнотам.

7. В состав работ по ГИЛ в интенсивной зоне необходимо включить изучение хода роста древостоя и его текущего прироста на модельных деревьях и показать результаты в типовой форме.

8. При расчетах запаса углерода (С) в живой фитомассе необходимо разделить биомассу на надземную и подземную (по принятым коэффициентам), а также выделить общий запас С для кустарников и городских лесов (требование

ФАО). Кроме того, следует рассчитать запас С на вырубках, гарях и редирах; отдельно – для лесной подстилки и почвы лесов региона и/или лесничества. Для фитомассы следует принять коэффициент перерасчета в углерод, равный 0,47 тС/т.

9. В таблице типов почв необходимо указывать среднюю мощность гумусового горизонта.

10. Типовые формы отчета по ГИЛ следует максимально приблизить к формам ГЛР и лесоустroительным отчетным таблицам.

Список литературы

1. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов. Утверждены приказом Рослесхоза от 10.11.2011 № 472.
2. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
3. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В. В. Загребов, В. И. Сухих, А. З. Швиденко и [др.]. – М.: Колос, 1992. – 495 с.
4. Швиденко, А. З. Что мы знаем о лесах России сегодня? / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепашенко // Лесная таксация и лесоустройство. – 2011. – № 1–2(45–46). – С. 153–172.
5. Архипов, В. И. Возможный путь развития государственной инвентаризации лесов / В. И. Архипов // Государственный лесной реестр, государственная инвентаризация лесов, лесоустройство : матер. 3-й науч.-практич. конф. – М. : Рослесинфорг, 2013 – С. 97–100.

The problem of representation of stratified sampling report as an example of GIL Kaluga region

B. N. Moiseev – Candidate of Agricultural Sciences

A. N. Filipchuk – Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Director,
Russian Research Institute for silviculture and mechanization of forestry

The State forest inventory is a combination of random and systematic sampling provides a method of the inevitability of the existence of systematic errors of measured indicators of GIL. Systematic sampling errors arise from the characteristics of the system of selection and processing of observational data, or in connection with the irregular selection. Using mathematical tools, you can eliminate the random errors, but not systematic, so you must implement the logical analysis of the causes of these errors and develop measures to address them. The article describes some of the errors of representativeness in the sample report, GIL Kaluga region.

As a result of the analysis of the material by the Kaluga region GIL Report concluded that the results of GIL in the Kaluga region. Cannot serve as a quantitative characteristic of forests, since data RFP do not reflect real stock of striations, and secondary reserves in the region. In the report there is no table distribution of stocks by species and age class is the classical Foundation of quantitative and qualitative characteristics of forests in the region.

To resolve this problem, use the proposal V.Arkipova, which «is based on the idea of convergence, the convergence and integration of 2-x systems SFA set forth works (forest inventory and GIL) based on borrowing from each other positive traits and qualities». Result of the inclusion of forest inventory in the technological chain GIL will be the classic method of taking of inventory of forests with the following hierarchy: universe $\Rightarrow$ forest strata $\Rightarrow$ forest taxation separation $\Rightarrow$ area $\Rightarrow$ model tree.

Key words: State forest inventory, representativeness, sample plot, Kaluga region