

УДК 630*5

ПЛОЩАДЬ ВЫЯВЛЕНИЯ НАСАЖДЕНИЙ И НЕОБХОДИМОЕ ЧИСЛО НАБЛЮДЕНИЙ В ДРЕВОСТОЯХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСА

© 2015 г. Р. А. Зиганшин

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: kedr@ksc.krasn.ru

Поступила в редакцию 17.10.2014 г.

Нередко авторы научных работ как молодого, так и старшего поколений не указывают в своих статьях и монографиях, с какой точностью и достоверностью ими выполнено то или иное исследование. Иногда они полагают, что в лесном деле достаточно руководствоваться однажды принятым стандартом необходимого числа наблюдений, забывая, что в математической статистике, как и во всей математике, необходимо руководствоваться так называемой «областью существования» той или иной закономерности, тех или иных числовых соотношений. В лесной таксации, как и в лесоведении, обязательно знание площади выявления полного древостоя или насаждения, биогеоценоза или выдела типа леса, поскольку в разном возрасте и при разной густоте древостоев для достижения одной точности и одного доверительного интервала потребуются совершенно различные площади выявления и неодинаковое число измерений того или иного таксационного показателя деревьев. Полным считается такой древостой, в котором статистически достоверно представлен весь закономерный ряд распределения деревьев по диаметру. Академик В. Н. Сукачев настоятельно рекомендовал при изучении типов леса руководствоваться необходимой площадью их выявления. Нельзя по части древостоя или насаждения делать выводы о количественных и качественных показателях биогеоценозов. Автор статьи, исходя из своего многолетнего опыта таксации насаждений разных древесных пород, разного возраста и густоты, попытался свести результаты своих исследований воедино для выработки нормативных требований, диктуемых разной изменчивостью таксационных признаков в разных случаях. Чем больше изменчивость (варьирование) признака, тем выше его энтропия (неопределенность, неупорядоченность) и тем большее количество наблюдений (измерений) приходится выполнять для достижения практически необходимой точности и достоверности работ. В начале статьи дается полное толкование понятий «древостой» и «насаждение». Затем делается сравнение варьирования таксационных признаков в выделах III разряда лесоустройства и в ландшафтных урочищах, показывающее, что таксация на естественной, природной основе по достигаемой точности значительно предпочтительнее. Все приведенные нормативные показатели сведены в удобные для практического использования таблицы.

Ключевые слова: *древостой, насаждение, биогеоценоз, фацция и урочище, варьирование таксационных показателей, нормативы числа измерений.*

ВВЕДЕНИЕ

Поскольку до сих пор нет единого и полного толкования широкоупотребительных понятий древостой и насаждение, надо четко определить, что мы вкладываем в эти понятия. Итак, древостой – это множество совместно растущих и взаимовлияющих деревьев (лесное сообщество) на ограниченной терри-

тории земной поверхности, характеризующейся относительно однородными условиями роста. Древостой – это древесный ярус насаждения. В насаждение также входят подрост, подлесок, живой напочвенный покров, почва и поверхностная подстилающая горная порода. Иногда в насаждении может присутствовать и внеярусная растительность (лианы). Каждое насаждение характеризуется своими

микроклиматом (фитоклиматом) и оригинальными условиями богатства и увлажнения почвогрунтов.

Древостой насаждения складывается из древостоев элементов леса, представляющих собой элементарные древостои одной лесообразующей породы одной возрастной генерации с одинаковой историей роста и развития в данных условиях местообитания. В простейшем случае древостой насаждения состоит из одного древостоя элемента леса, слагающего один высотный древесный ярус. В остальных случаях это может быть чистое или смешанное (из нескольких лесообразующих пород) одно-, двух- или многоярусное сообщество деревьев.

Древостои бывают одновозрастными и условно-одновозрастными (в пределах одного–двух классов возраста) или в разной степени разновозрастными (условно-разновозрастными, разновозрастными), естественно-происхождения и искусственного (лесные культуры), по виду возобновления – семенными и порослевыми, или отпрысковыми.

Древостой элемента леса характеризуется следующими таксационными признаками (показателями): вид лесообразующей породы, средние – возраст, высота и диаметр, густота на 1 га, сумма площадей сечения на 1 га (абсолютная полнота, m^2), запас стволовой древесины, $m^3/га$, товарность древесины.

Высотные ярусы выделяются в древостое насаждения тогда, когда средняя высота входящих в них древесных пород различается на 15–20 % и более. Кроме того, таксационный ярус должен иметь минимальную относительную полноту в 0.3 единицы, а минимальный запас – не ниже $30 m^3/га$. В научных целях ярусы выделяются и при меньших полноте и запасе. Ярусы характеризуются следующими таксационными показателями: формулой древостоя (соотношением древесных пород по их запасу, выраженным в долях (децилях) от полного запаса яруса в 10 единиц в производстве или в процентах – в научных исследованиях, когда необходим более точный учет соотношения древесных пород или древостоев элементов леса), средней высотой, относительной полнотой и запасом.

Одним из важных дешифровочных таксационно-морфологических признаков древостоя является степень сомкнутости крон деревьев в долях от всего пространства, занимаемого древостоем. Древостои могут быть сомкнутыми и разреженными, а сомкнутость крон – горизонтальной и вертикальной.

Насаждение в целом характеризуется следующими таксационными показателями: преобладающей породой и ее возрастом, суммарными полнотой и запасом всех ярусов, классом бонитета и типом леса.

Древостой насаждения вместе с его экотопом (условиями среды в пределах элемента ландшафта) представляет собой таксационный выдел – первичную единицу лесохозяйственного производства. Совокупности таксационных выделов, в том числе и безлесных, образуют лесные массивы (леса). Площадь отдельных древостоев (насаждений) таксационных выделов колеблется в зависимости от разряда лесоустройства от долей и первых гектаров до десятков (иногда сотен), что предопределяется необходимой таксационной однородностью древостоя, поразрядной точностью таксационных работ и размерами природных элементов ландшафта – экотопической основы биогеоценозов. Древостои насаждений могут иметь естественные (природные) границы. В случае нарушения древостоя в результате антропогенного вмешательства или природных причин (вырубки, гари, прогалины, пустыри, сенокосы, усадьбы, противопожарные разрывы, очаги воздействия аэропромвыбросов, фито- и энтомопатогенные очаги, шелкопрядники, ветровалы и многое другое) в пределах одного, ранее однородного элемента ландшафта могут образоваться несколько производных модификаций древостоев или сочетание древостоев и безлесных участков.

В смешанных древостоях различают преобладающие (по запасу) древесные породы, а также хозяйственно главные и второстепенные.

Древостой исполняет роль эдификатора в биогеоценозе и оказывает существенное влияние на нижние ярусы растительности (подрост, подлесок, живой напочвенный покров), на животный мир, почву, гидрологические условия и микроклимат – фитоклимат.

В. Н. Сукачев так сформулировал понятие биогеоценоза: биогеоценоз – это совокупность однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий) на известном протяжении земной поверхности, имеющая свою специфику взаимодействий слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и другими явлениями природы и представляющая собой внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении, развитии (Сукачев, Дылис, Молчанов и др., 1964, с. 23). Первоначальное определение было дано В. Н. Сукачевым в 1944 г., а в цитированном нами несколько стерта грань между понятиями «биогеоценоз» и «географическая фация». По нашему мнению, в биогеоценозе движущей силой развития является биота, а в фации – литогенные компоненты, или факторы. В сравнении с экосистемой (родовым, общим понятием) биогеоценоз – это тип экосистемы, в которой биотическое ядро представлено не отдельным организмом, а совокупностью различных организмов, тесно связанных между собой, а среда представлена косным организованным и территориально ограниченным целым – биотопом.

Биогеоценоз в том объеме, в котором его трактовал академик В. Н. Сукачев, для лесопокрытой площади является насаждением в рамках контура природного территориального комплекса (ПТК) нижних ступеней (фации, подурочища, урочища) в иерархии таксономических единиц ландшафтоведения. Причем в чистом виде только географическая фация может считаться биотопом (экотопом, литогенной основой) биогеоценоза, поскольку, начиная с подурочища, имеется некоторое варьирование почвенно-грунтовых условий. Однако для целей производственной таксации и практического лесного хозяйства таксационная однородность насаждения (в рамках требований лесоустроительной инструкции) может нередко наблюдаться и в пределах подурочищ и урочищ, на чем мы остановимся ниже.

Для горных условий нами установлено следующее соотношение таксономических единиц ландшафтоведения, биогеоценологии и лесной таксации (Зиганшин, 2005). Биогеоценоз (в лесном деле это прежде всего растительная ассоциация с древостоем на одном элементе рельефа) территориально совпадает с контуром географической фации – простейшим, далее неделимым элементом ландшафта. Он характеризуется одной почвенной разностью, соответствует одному типу леса. По сути это выдел типа леса. Размерные показатели этого ПТК в горных условиях колеблются чаще всего в пределах 5–7 га, но могут достигать и 30–40 га. Следовательно, биогеоценоз и фация наилучшим образом удовлетворяют требованиям I и II разрядов лесоустройства. Ландшафтное подурочище допускает вариацию типа почвы на одном элементе рельефа, но фоновым будет преобладание одного типа леса (одного типа биогеоценоза). Типичный размер подурочищ в среднем 10–15 га, поэтому такой таксационный выдел лучше всего будет соответствовать требованиям по размеру площади и таксационной однородности II и III разрядов лесоустройства. Простое урочище занимает часть мезоформы рельефа или изредка всю небольшую мезоформу рельефа, имеет различные типы лесорастительных условий, но характеризуется господством фитоценоза, принадлежащего к одной растительной формации, к одному типу леса или к одной группе типов леса. Основной порядок занимаемых простыми урочищами площадей – десятки гектаров, реже – 5–10 и редко – свыше 100 га (речь идет о горных условиях, на равнинах размеры урочищ вследствие более сглаженного рельефа могут быть и крупнее). Этому ПТК наилучшим образом будет соответствовать таксационный выдел III разряда лесоустройства. В целом можно рекомендовать следующее соотношение природных единиц и разрядов лесоустройства: Ia–I разряды – географические фации; II разряд – фации, подурочища, небольшие урочища; III разряд – урочища, подурочища, крупные фации. Разумеется, этого можно достичь лишь при лесоустройстве на ландшафтной

основе, когда к обучению таксаторов элементам геоморфологии и контурному дешифрированию таксационных аэрофотоснимков будут привлекаться специалисты-ландшафтоведы.

Даже после установления площади выявления насаждений необходимо определиться с тем, какое минимальное количество наблюдений (число измеряемых деревьев) необходимо производить в древостое элемента леса для того, чтобы с той или иной точностью получить надежные средние значения различных таксационных признаков. Следовательно, прежде необходимо знать само варьирование этих таксационных признаков в древостое и насаждении, тем более что оно изменяется с возрастом древостоя.

Изменчивость таксационных показателей отдельных деревьев в древостоях изучали многие ученые разных стран. В нашей стране строение древостоев и варьирование таксационных признаков отражено в работах Н. В. Третьякова (1927, 1952), А. В. Тюрина (1927, 1945, 1971), П. С. Кондратьева (1929), Н. П. Анучина (1943), Г. М. Козленко (1945), В. И. Левина (1949, 1955, 1957, 1966), В. К. Захарова (1950, 1957), А. А. Дударева (1950), Л. К. Позднякова (1955), П. В. Горского (1957*a*, *b*), М. Л. Дворецкого (1957, 1970), Э. Н. Фалалеева (1960, 1964), А. Е. Колосовой, Е. С. Мурахтанова (1960), И. В. Семечкина и др. (1962), И. В. Семечкина (1963, 2002), А. Г. Мошкалева, А. Ф. Елизарова (1963), И. И. Котлярова (1963), С. С. Шанина (1964, 1965), А. Г. Мошкалева (1964), А. С. Агеенко, В. В. Лебединского (1964), А. И. Федосимова (1964), Г. Е. Комина (1964), Н. М. Глазова (1964, 1968, 1976), И. И. Кенставичуса (1964), В. Ф. Лебкова (1965), А. В. Вагина, О. А. Харина (1965), А. А. Макаренко (1967, 1970), А. С. Солодько (1967), В. В. Кузьмичева (1970, 1977), В. М. Жирина, Г. Г. Самойловича (1972), Р. А. Зиганшина (1972, 1985, 1986, 1993, 1994), В. М. Грачева (1974), П. М. Верхунова (1975, 1978), Г. В. Филлипова (1975), С. В. Соколова (1979), В. В. Кузьмичева и др. (2007) и многих других исследователей.

Закономерности таксационного строения молодняков изучали Н. П. Поликарпов

(1962), Н. Т. Смирнов (1965, 1970), В. С. Моисеев (1966, 1971), А. А. Макаренко (1967, 1970), Р. А. Зиганшин (1972) и др.

Таксационное строение разновозрастных древостоев изучали Р. Г. Синельщиков (1958), Э. Н. Фалалеев (1960, 1964), И. В. Семечкин (1963), И. В. Семечкин и др. (1962), С. С. Шанин (1964, 1965), Г. Е. Комин (1964), Г. Е. Комин, И. В. Семечкин (1970), Р. А. Зиганшин и др. (1965), Р. А. Зиганшин (1967, 1993) и др.

Из иностранных ученых строение древостоев и изменчивость основных таксационных показателей изучали Muller G. (1960), T. M. Gieruszynski (1960*a*, *b*), M. Prodan (1961), J. Meixner (1965), R. Ichim (1968) и др.

Автору довелось изучать варьирование таксационных показателей в насаждениях природных выделов. В статье на примере горной территории рассмотрена сравнительная изменчивость таксационных признаков в лесоустроительных выделах III разряда лесоустройства, образованных не на ландшафтной основе и в ландшафтных урочищах, выделенных на той же территории.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ выполнен на основе опытных работ, проведенных на территории Ивановского среднегорного таксационного полигона в Прибайкалье площадью около 10 км², вмещающего все группы ландшафтных местоположений (от плакоров мезохребтов и склонов разного порядка до днищевых местоположений). Используются материалы лесоустройства (таксационные описания и планшеты), картосхема природной (ландшафтной) структуры площади Ивановского полигона, составленная Н. И. Рубцовым, и материалы пофациальной выборочно-измерительной таксации полигона, выполненной Р. А. Зиганшиным (1997). В ландшафтных исследованиях применялись методические подходы ландшафтоведов МГУ (школы профессора Н. А. Солнцева). Выборочно-измерительная таксация в фациях производилась по известным методикам кафедры лесной таксации, лесоустройства и аэрометодов Ленинградской лесотехнической академии

им. С. М. Кирова и лаборатории лесоустройства и лесной таксации Института леса и древесины СО АН СССР, а также в соответствии с требованиями лесоустроительной инструкции 1964 г. и некоторыми дополнениями автора в виде описания местоположения выдела, подроста и подлеска, живого напочвенного покрова и почвы, учета сухостоя и валежа, большого количества измеряемых диаметров и высот деревьев, а также полнотерных площадок по В. Биттерлиху. При классификации типов леса учтены рекомендации академика В. Н. Сукачева. Автором разработаны и использованы свои оригинальные классификации растительных ассоциаций и дополнительный критерий бонитирования насаждений (не публиковались). Всего на полигоне протаксировано более 150 выделов на ландшафтной основе. Картографический материал по данному таксационному полигону с полной классификацией фаций, поурочищ и урочищ представлен в монографии (Зиганшин, 1997). Поскольку таксация велась по древостоям элементов леса, не имели никакого значения особенности возрастного строения тех или иных древостоев в отдельных таксационных выделах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим варьирование таксационных показателей древостоев внутри таксационных выделов лесоустройства по III разряду. Полнота древостоев таксационных выделов варьирует значительно (коэффициент вариации $V_p > 33\%$ в 26.5 % случаев), причем высокое варьирование отмечается как для крупных, так и для мелких выделов. Следовательно, в 1/4 случаев протаксированы древостои сложных (негомогенных) статистических совокупностей древостоев. Высокое варьирование по запасу получилось в 1/3 выделов (35 % случаев), причем абсолютная величина коэффициентов изменчивости здесь значительно выше, чем полноты. Высокие значения изменчивости отмечаются как для больших, так и для малых выделов.

Только в 17.6 % наблюдений (в 1/6 части случаев) можно говорить о статистической неоднородности по средней высоте древо-

стоев. Прямой связи с размерами выделов здесь не прослеживается. Данные по V_d (коэффициенту варьирования по среднему диаметру древостоев) говорят о том, что в 29.4 % случаев мы имеем дело с неоднородными по средней толщине древостоев внутри выделов совокупностями.

Бонитет в таксационных выделах варьирует очень умеренно ($V_{\text{бон}} = 1-16\%$). Только в двух случаях проявилось его высокое варьирование ($V_{\text{бон}} = 44$ и 38 %). Это выделы средних размеров: 24.7 и 19.8 га.

Отмечено всего три случая высоких значений изменчивости для возраста, причем все в тех же таксационно-неоднородных выделах: $V_A = 47$ и 38 % и чуть выше нормы (33 %) в одном большом выделе (площадь 60.2 га, $V_A = 34.5\%$). По-видимому, на малом варьировании возраста сказалась естественная возрастная однородность древостоев (древостои коренные – спелые и перестойные).

Давая общую оценку изменчивости таксационных показателей древостоев в таксационных выделах, следует отметить небольшую ее величину по возрасту, бонитету и в меньшей мере по высоте. Более заметно варьирование по полноте, которая, несмотря на свою значительную выраженность на аэрофотоизображениях, имеет большие разбежки за счет небольших, но часто встречающихся контрастных фрагментов внутри отдельных выделов, например, в подгольцовом подпоясе это присуще местам частых выходов на дневную поверхность кристаллических изверженных горных пород. Ввиду малой площади таких фрагментов и большой средней величины таксационного выдела по III разряду лесоустройства (20–30 га) дробить такие выделы не представляется возможным. Далее заметна внутренняя статистическая неоднородность выделов по диаметру (в 29.4 % случаев) и запасу (в 35.3 % случаев). Большое варьирование запасов вызвано прежде всего неоднородностью по полноте, которую, как мы только что отметили, трудно снизить из-за большой средней величины таксационного выдела и значительной внутренней неоднородности отдельных категорий выделов (каменные россыпи,

скалы, болотные окна, мелкоочаговые переувлажненные травянистые поляны вдоль ручьев).

Приведем варьирование таксационных показателей древостоев внутри ландшафтных урочищ. Легко заметить большую таксационную однородность древостоев урочищ в сравнении с древостоями лесоустроительных выделов. Так, полнота варьирует до 34–39 % и в одном случае до 74 % только в 21.7 % от общего числа случаев (1/5 часть наблюдений; запас значительно варьирует в тех же самых урочищах). Это урочища с контрастными фациями. Большой однородности полноты в природных выделах не выявлено.

Изменчивость диаметра оказалась высокой (36, 52 и 96 %) в урочищах вершин куполов верхней плакорной части мезохребта и в урочище долины ручья на склоне – именно там, где отмечаются наиболее контрастные фации: каменные россыпи, болотца, луговые полянки, чередующиеся с залесенной поверхностью.

Высота древостоев, как менее варьирующий признак, оказалась изменчивой только в одном из урочищ вершин плакоров ($V_h = 66\%$), в остальных она варьирует гораздо слабее ($V_h = 1–15$, редко 18–31 %), т. е., несомненно, проявляются признаки статистически однородных по высоте совокупностей древостоев.

Варьирование средних показателей древостоев по бонитету и возрасту невелико ($V = 1–7–12\%$, редко до 19–23–32 %), только в одном из урочищ вершин (куполов) плакоров оно значительное: $V_{\text{бон}} = 55\%$, $V_A = 61\%$.

В целом для урочищ высокая изменчивость характерна для куполов плакоров, в которых очень контрастная природная обстановка (прежде всего литологически): чередование небольших площадей скальных останцов, голых каменных россыпей и каменных россыпей с зарослями кедрового стланика и с отдельными группами и куртинами деревьев. Во всех остальных случаях как в склоновых, так и в днищевых урочищах варьирование таксационных показателей древостоев внутри отдельных урочищ укладывается в рамки, характерные для нормаль-

ных и близких к нормальным статистически гомогенных распределений (мера рассеяния – коэффициент варьирования $V \leq 33\%$).

Большим плюсом ландшафтной инвентаризации является то, что без снижения средней площади выдела существенно в сравнении с лесоустройством по III разряду повышается точность таксации.

Так, в нашем случае средняя площадь выдела лесоустройства составляет 30 га (29.98 га), а средняя площадь ландшафтного урочища – 40 га (40.30 га), т. е. на 25 % больше, а между тем качество таксации на ландшафтной основе ощутимо выше, что подтверждается данными табл. 1, в которой приведены средневзвешенные (по площади) показатели варьирования таксационных признаков древостоев в целом по каждой из сравниваемых совокупностей – урочищ всего таксационного полигона и всех таксационных выделов лесоустройства для этой же территории. В табл. 1 представлены сопоставимые данные, так как средневзвешенная характеристика каждого отдельного таксационного выдела и урочища получалась на основе одних и тех же исходных данных – пофациальной выборочно-измерительной таксации. Только в соответствии с границами контуров отдельных выделов и урочищ комбинации отдельных фаций и их частей были разными.

При общей оценке данных обнаруживается, что все показатели варьирования получа-

Таблица 1. Сравнительная изменчивость таксационных показателей древостоев совокупностей лесоустроительных выделов и урочищ Ивановского полигона

Таксационные показатели	Коэффициенты изменчивости (%) и их соотношение		
	Совокупность таксационных выделов	Совокупность урочищ	Разница в абсолютной мере / %
Возраст	10	4	–6 / 150
Диаметр	22	19	–3 / 16
Высота	20	14	–6 / 43
Бонитет	11	9	–2 / 22
Полнота	23	25	+2 / 8
Запас	32	24	–8 / 33

лись характерными для однородных совокупностей ($V \leq 33\%$).

Следовательно, таксация анализируемой площади произведена удовлетворительно, но по всем признакам, кроме полноты, изменчивость древостоев внутри урочищ менее значительная, а варьирование важнейшего таксационного показателя – запаса в таксационных выделах ($V_M = 32\%$) – находится на верхней границе допустимого, существенно уступая более однородным по запасу древостоев урочищам ($V_M = 24\%$). Для того чтобы с одинаковой точностью протаксировать запас древостоев (например, с точностью в 10% при вероятности 0.95) в таксационном выделе III разряда лесоустройства и в простом урочище, в первом потребуется произвести в 2 раза больше измерений полноты и состава – 19 круговых полнотомерных площадок по Биттерлиху против 10 в урочище. Налицо большая экономия сил и средств для достижения того же уровня точности. Несколько меньшее варьирование полноты в таксационных выделах подтверждает наше заключение о том, что оконтуривание выделов таксаторами производится с преимущественным учетом степени сомкнутости полога древостоя на основании изучения рисунка и тона фотоизображения древесного полога при недооценке дешифровочных признаков биотопа. Такое искусственное достижение однородности по полноте не способствует конечной цели, и большая однородность древостоев внутри урочищ приводит к более точному определению их запасов. При изучении древостоев в природе мы нередко отмечали значительное колебание сомкнутости древостоев в пределах генетически однородных природных образований – фаций. Следовательно, иногда это является нормой.

Контурное дешифрирование, опирающееся на природную основу, прежде всего на взаимосвязанный комплексный характер рельефа и растительности, находящий свое отражение внутри границ фаций и урочищ, дает нам при осуществлении таксации в границах природных (ландшафтных) участков значительное повышение точности при тех же экономических затратах, поскольку площадь среднего выдела преднамеренно не

снижается. В среднем по Ивановскому полигону на одно урочище приходится 6 фаций.

При устройстве по Ia разряду таксировать надо как по фациям, так и по частям фаций (по антропогенным модификациям внутри бывшей единой коренной фации), так как средняя проектная площадь (1–2 га) позволяет это делать. Таксация на природной основе позволит обоснованно увеличить среднюю площадь выдела при Ia и I разрядах лесоустройства без снижения достоверности получаемых данных.

Перейдем к анализу возрастной изменчивости ведущих таксационных признаков деревьев в древостоях, определяющих общий габитус деревьев и имеющих ключевое значение при определении биологической продуктивности деревьев и древостоев (диаметра и высоты деревьев, протяженности и поперечника крон деревьев).

Возрастную изменчивость таксационных признаков деревьев изучали на 14 пробных площадях (ПП) в диапазоне возрастов насаждений от 25 до 300 лет. Измеряли все основные таксационные показатели по каждому дереву. Всего измерено свыше 3000 деревьев.

Воспользуемся нашими данными (Зиганшин, 1972) по изучению хода роста высокополнотных (нормальных) и разреженных (модальных) чистых сосняков в Тимирязевском лесхозе Томской области (подтаежная зона). Изучение велось на тщательно подобранных ПП, причем высокополнотные сосняки являются звеньями одного естественного ряда на ход роста.

Все ПП заложены в сосняках бруснично-зеленомошных в диапазоне средних возрастов от 25 до 300 лет. Будучи совершенно разновозрастными в молодости, изучаемые сосняки со временем несколько повышают разновозрастность из-за вмешательства огня и человека.

При выявлении динамики фитомассы древостоев с возрастом необходимо знать объем выборки (число наблюдений) по каждому основному таксационному показателю. Он обусловлен степенью изменчивости каждого из таксационных показателей, которая в древостоях одного типа леса и даже одного типа

таксационного строения изменяется в зависимости от возраста, густоты древостоев и характера размещения деревьев на площади.

Первый опытный ряд представлен восемью древостоями в возрасте от 28 до 300 лет. Все древостои этого ряда имеют высокую густоту и нормальны по полноте. Деревья в них (за исключением ситуации в отмирающем перестойном древостое) равномерно распределены по площади. Как известно, чем выше густота древостоя, тем выше в нем равномерность размещения деревьев.

Второй ряд включает в себя три древостоя модальной полноты (относительная полнота около 0.7) в возрасте 25, 80, 116 лет. Сведения о модальной полноте взяты из материалов лесоустройства. Размещение деревьев в этих древостоях неравномерное в результате пожаров и вмешательства человека.

В рядах распределения по диаметру заметно неуклонное снижение величины коэффициента изменчивости с возрастом; в частности, в ряду нормальных древостоев он уменьшается с 54 % в молодняке до 30–35 % в спелых и, наконец, до 23 % в перестойных насаждениях.

В модальном ряду коэффициент изменчивости уменьшается с 89 % в молодняках до 25 % в спелом древостое. Как видим, изменчивость толщины деревьев выше смолоду в модальных древостоях (более редких и неравномерных по размещению деревьев), так как тонкомерные деревья в них имеют возможность (располагаясь в окнах) жить дольше, чем тонкомер высокосомкнутых древостоев. Кроме того, благодаря той же неравномерности размещения и лучшим почвенно-световым условиям для некоторых деревьев в модальных древостоях больше относительное количество крупных деревьев и выше диаметр деревьев сотого ранга.

К 80 годам изменчивость по толщине деревьев в древостоях обоих рядов становится одинаковой, а к возрасту технической спелости (110–120 лет), наоборот, варьирование диаметров становится меньшим у модального древостоя. По-видимому, это объясняется большой изреженностью древостоя и наличием хороших условий роста для большинства деревьев, в связи с чем относительное и

абсолютное количество угнетенных деревьев в модальном древостое много ниже, чем в нормальном. Для обоих рядов древостоев характерны плоские кривые распределения по диаметру (эксцесс в большинстве случаев отрицательный), так как большинство деревьев располагается в нескольких средних ступенях толщины, без наличия высокого пика в центральной ступени. Асимметрия с возрастом из левосторонней переходит в правостороннюю, так как количество тонкомерных деревьев с возрастом резко уменьшается в результате естественного отпада, пожаров и рубок.

Для рядов распределения по высоте деревьев характерны меньшие, чем для диаметра, величины коэффициентов изменчивости, и их значения с возрастом также уменьшаются. Причины те же самые, что и для диаметра.

Изменчивость диаметра кроны в нормальном ряду остается на одном уровне (34–44 %) до стадии перестойности и лишь в глубокой старости древостоев снижается до 29 %. Величина коэффициента изменчивости по диаметру кроны в молодом возрасте ниже величины изменчивости диаметра. Только с 70–80 лет и до конца жизни он становится выше последнего. В модальном ряду изменчивость по диаметру кроны снижается к 80 годам, далее до возраста спелости остается на одном уровне и к спелости становится большей, чем изменчивость по диаметру.

Варьирование длины кроны в нормальном ряду с 28 до 145 лет остается постоянным, на уровне 36–43 %, снижаясь только к возрасту распада древостоя. После 60 лет изменчивость по длине кроны становится большей, чем по диаметру.

Модальные древостои смолоду обладают большей изменчивостью длины кроны, чем нормальные, а затем в спелом возрасте этот показатель у них становится даже несколько ниже. К 60 годам величина варьирования длины кроны у модальных древостоев становится больше показателя варьирования по диаметру.

Для обоих рядов древостоев с увеличением возраста характерно уменьшение величины корреляционной связи между диаметром

и другими рассматриваемыми признаками. Только в нормальном ряду отмечается повышение коррелятивной связи с 28 до 46 лет. Закономерно ли последнее, еще необходимо выяснить.

Как известно, на габитус и объемно-массовые показатели фитомассы деревьев и древостоев решающее влияние оказывают диаметр и высота отдельных деревьев, а также площадь (поперечник) и протяженность крон. Величина этих показателей тесно связана с возрастом и густотой древостоев. Для того чтобы надежно и правильно подобрать модельные деревья по ступеням или классам толщины деревьев, при исследованиях по определению фитомассы древостоев необходимо предварительное построение усредняющих, выравнивающих графиков связи всех перечисленных таксационных признаков деревьев с главным таксационным показателем – диаметром деревьев. Благодаря этим графикам получают типичные показатели высоты деревьев, ширины и протяженности крон деревьев по всем необходимым классам толщины с учетом средней охвоенности крон (определяемой глазомерно), что позволяет подобрать в древостое достаточно представительные по фитомассе деревья с тем, чтобы еще на стадии подбора моделей стремиться к максимально возможной точности таксации биологической продуктивности древостоев в целом.

В работах по изучению биологической продуктивности насаждений надо иметь в виду, что величина изменчивости по каждому признаку может существенно различаться как в статике, так и в динамике. Поэтому необходимо иметь достаточное, статистически обоснованное количество наблюдений для любого из них. Изменчивость таксационных признаков может быть изучена только при большом количестве сплошных пересчетов деревьев в древостоях разных возрастных стадий. Как показывает опыт, необходимо по 150–300 измерений признака в каждой «точке» возрастного ряда.

Статистические показатели рядов распределения изученных чистых сосновых древостоев позволяют определить необходимое количество наблюдений и через известную

конкретную густоту насаждений (установленную нами при построении эскизов таблицы хода роста бруснично-зеленомошных сосняков изучаемого района) рассчитать минимальные площади выявления элементов леса и размеры ПП в насаждениях разного возраста. Это необходимо знать при подборе естественных рядов для определения динамики фитомассы древостоев. Данные о необходимом числе наблюдений в связи с различной планируемой точностью работ приведены в табл. 2.

Приняты следующие условные обозначения: A_m – средний возраст древостоя; V_d , V_h , $V_{d_{кр}}$, $V_{l_{кр}}$ – выровненные показатели изменчивости по диаметру, высоте деревьев, диаметру и длине кроны; P_g – уровень доверительной вероятности, P – показатель точности. Полученные математико-статистические показатели позволяют выявить связь величины коэффициента изменчивости с величиной ПП (площадью выявления измеряемых признаков). Поскольку больше всего данных массовых измерений имелось по диаметру деревьев, по нему и рассмотрены колебания показателя изменчивости. Выяснилось, что в древостоях высокой густоты увеличение количества обмеряемых деревьев с 200 до 1 тыс. и более вследствие высокой однородности строения этих древостоев незначительно влияет на величину коэффициента изменчивости. Обычно он возрастает на 1–3 и самое большее – на 5 %.

Следовательно, изменчивость строения по толщине для густых древостоев можно определять с высокой степенью надежности и на небольших площадях, так как величину показателя изменчивости предопределяет не только механическое увеличение числа наблюдений, но и представленность в наблюдениях наибольших и наименьших по абсолютной величине вариант признака и их отношения к среднеарифметическому значению генеральной совокупности.

Судя по данным табл. 2, наиболее практически приемлемым при подборе древостоев возрастного ряда на определение фитомассы будет установление средних показателей по толщине, высоте, диаметру и длине кроны деревьев в древостоях разного возраста на

Таблица 2. Необходимое число наблюдений для достижения различной степени точности опыта на разных уровнях значимости ($1 - P_{\epsilon}$)

A_m , лет	$V_d, V_h,$ $V_{d\text{кр.}},$ $V_{l\text{кр.}}$	$P_{\epsilon} = 0.683$			$P_{\epsilon} = 0.900$			$P_{\epsilon} = 0.950$		
		$P_2, \%$			$P_2, \%$			$P_2, \%$		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10
I. Нормальные древостои										
А. Диаметр деревьев										
30	54	324	117	29	872	314	79	1245	448	112
50	49	267	96	24	718	259	65	1025	369	92
80	35,5	140	51	13	377	136	34	538	194	49
120	30,5	104	37	9	278	100	25	397	143	36
150	27,5	84	31	8	226	82	21	323	116	29
200	25	70	25	6	187	67	17	267	96	24
280	23	59	21	5	158	57	14	226	81	21
Б. Высота деревьев										
30	25	70	25	6	187	67	17	267	96	24
50	29,5	97	35	6	260	94	24	372	134	34
80	19,5	42	15	4	114	41	10	163	59	15
120	17	32	12	3	87	31	8	124	45	11
150	16	29	10	3	77	28	7	109	40	10
200	15	25	9	2	67	24	6	96	35	9
280	14	22	8	2	59	21	5	84	30	8
В. Диаметр крон деревьев										
30	42	196	71	18	527	190	53	753	271	68
50	42	196	71	18	527	190	53	753	271	68
80	41,5	192	69	17	515	185	47	735	265	66
120	39,5	172	62	16	462	166	42	659	238	60
150	37	152	55	14	409	147	37	585	211	53
200	34	129	46	12	346	125	31	494	178	45
280	29	94	34	9	252	91	23	359	129	33
Г. Длина крон деревьев										
30	43,0	206	74	19	553	199	50	789	284	71
50	41,5	191	69	17	512	185	46	732	264	66
80	38,5	165	60	15	443	160	40	633	228	57
120	35,5	141	51	13	379	137	34	541	195	49
150	34,0	129	46	12	346	125	31	494	178	45
200	32,0	114	41	10	306	110	28	437	158	40
280	29,0	94	34	9	252	91	23	359	129	33
II. Модальные древостои										
А. Диаметр деревьев										
30	82	747	269	67	2010	724	181	2870	1033	259
50	59	387	139	35	1040	375	94	1486	535	134
80	36	144	52	13	388	140	35	553	199	50
110	26	75	27	7	202	73	18	289	104	26
Б. Высота деревьев										
30	55	336	121	30	904	326	82	1291	465	116
50	42	196	71	18	527	190	48	753	271	68
80	27	81	29	7	218	79	20	311	112	28
110	18	36	13	3	97	35	9	138	50	13
В. Диаметр крон деревьев										
30	48,5	262	94	24	703	253	63	1004	362	91
50	39	169	61	15	455	164	41	649	234	59
80	32,5	118	42	11	316	114	29	451	163	41
110	32	114	41	10	306	110	28	437	158	40
Г. Длина крон деревьев										
30	68	514	185	46	1382	498	125	1974	711	178
50	59	390	140	35	1048	377	94	1496	539	135
80	47	243	87	22	652	235	59	931	335	84
110	34	129	46	12	346	125	31	494	178	45

уровне точности 5 % при 5%-м уровне значимости.

При этой практически высокой точности установления средних показателей деревьев и древостоев – звеньев возрастного ряда – имеется реальная возможность подбора древостоев ряда и проведения всех необходимых замеров растущих деревьев бригадой в 4–5 человек за один летний полевой сезон с рубкой модельных деревьев на определение фитомассы и товарности в следующем полевом периоде. При этом все необходимые для подбора модельных деревьев графики будут заранее подготовлены после первого полевого года.

На основе принятой точности и средних густот древостоев в различном возрасте (т. е. ранее составленного нами эскиза таблицы хода роста сосняков Тимирязевского бора Томской области) установлены минимальные размеры ПП (табл. 3).

Необходимое количество измерений высот и диаметров деревьев в выделах рассчитывалось нами, исходя из известных в лесной таксации показателей варьирования этих признаков (Захаров, 1957; Колосова, Мураханов, 1960) и по нашим вышеприведенным наблюдениям (Зиганшин, 1972) с учетом объема генеральной совокупности деревьев в древостоях элемента леса таксационного выдела на базе разных ПТК и с использованием полной статистической формулы (Венецкий, Венецкая, 1979):

Таблица 3. Минимальные размеры ПП в древостоях нормального ряда для получения средних размерных показателей деревьев в древостоях с точностью в 2.5–5 % на 5%-м уровне значимости

Средний возраст древостоя, лет	Густота древостоя (деревьев на 1 га)	Минимально необходимое число наблюдений (деревьев)	Минимальный размер пробной площади, га
30	8190	450	0.055
50	2745	270	0.10
80	1732	265	0.15
120	850	240	0.30
150	550	210	0.40
200	311	180	0.60
280	144	130	0.90

$$n = \frac{t^2 NV^2}{Np^2 + t^2 V^2}, \text{ при } n \leq 0.02 N,$$

где n – численность выборки (в нашем случае количество измеряемых деревьев), t – критерий Стьюдента (нормированное отклонение), N – численность генеральной совокупности (общее количество деревьев в древостое или в трех центральных ступенях толщины), V – коэффициент изменчивости, %, p – точность опыта, %.

Для расчета необходимого числа измерений диаметров и высот деревьев в трех центральных ступенях толщины при определении средних диаметра и высоты древостоя ПТК рассмотрим несколько разрядов густоты и базовых размеров площади выдела (1 га – мелких выделов, 6 га – для средней площади фации, 40 га – для средней площади урочища). Число стволов в центральных ступенях согласно известным процентным рядам распределения деревьев по толщине (Семечкин и др., 1966; Третьяков и др., 1952) равно обычно 25–40 %, за базовую расчетную величину принимаем 30 %. Поскольку коэффициенты вариации по диаметру и высоте (V_d и V_h) изменяются и в связи с густотой деревьев, за базовые принимаем их предельные значения: для центральной части древостоя по нашим собственным материалам – $V_d = 20$ %, $V_h = 15$ %. Получаемые расчетные показатели приведены в табл. 4.

Для получения средней высоты и среднего диаметра одного или двух основных элементов леса в приспевающих, спелых и перестойных насаждениях на основании данных табл. 4 и требований разрядов лесоустройства в табл. 5 приводятся нормы количества измерений по обоим таксационным показателям в зависимости от площади выдела (фация в среднем 3–10 га, урочище в среднем 30–50 га) и разряда лесоустройства.

Измерением охватываются только деревья центральной (глазомерно-определенной) или трех центральных ступеней толщины. Количество измерений по мало представленным элементам леса принимается при I–II разрядах в соответствии с нормой III разряда.

Количество замеров полноты и состава в выделе (реласкопических площадок) устанавливается в зависимости от площади вы-

Таблица 4. Необходимое число замеров высот и диаметров в центральной части древостоя для получения средних диаметра и высоты древостоев фаций и урочищ

Густота древостоя (число деревьев на 1 га)	Площадь вы- явления, га	Число стволов выявления, шт.	Вероятность				
			0.95		0.68		
			Точность, %				
			5	10	5	7	10
Диаметр древостоя							
400	1	120	41.7	13.6	14.1	7.6	3.9
	6	720	58.8	15.0	15.7	8.1	4.0
	40	4800	63.2	15.3	15.9	8.1	4.0
600	1	180	47.2	14.2	14.7	7.8	3.9
	6	1080	60.4	15.2	15.8	8.1	4.0
	40	7200	63.4	15.3	16.0	8.2	4.0
800	1	240	50.5	14.4	15.0	7.9	3.9
	6	1440	61.3	15.2	15.8	8.1	4.0
	40	9600	63.6	15.3	16.0	8.2	4.0
1000	1	300	52.7	14.6	15.2	7.9	3.9
	6	1800	61.8	15.2	15.9	8.1	4.0
	40	12000	63.7	15.3	16.0	8.2	4.0
Высота древостоя							
400	1	120	27.7	7.6	8.4	4.4	2.2
	6	720	34.3	8.4	8.9	4.6	2.2
	40	4800	35.7	8.6	9.0	4.6	2.2
600	1	180	30.0	8.2	8.6	4.5	2.2
	6	1080	34.8	8.6	8.9	4.6	2.2
	40	7200	35.8	8.6	9.0	4.6	2.2
800	1	240	31.3	8.3	8.7	4.5	2.2
	6	1440	35.1	8.6	8.9	4.6	2.2
	40	9600	35.9	8.6	9.0	4.6	2.2
1000	1	300	32.1	8.4	8.7	4.5	2.2
	6	1800	35.3	8.6	9.0	4.6	2.2
	40	12000	35.9	8.6	9.0	4.6	2.2

дела и сложности древостоя. На эту тему выполнено много исследований (Белов, 1962; Лебков, 1965; Мошкалева, Елизаров, 1963; Филиппов, 1975).

При I, II и III разрядах лесоустройства на ландшафтной основе таксационная характеристика устанавливается на основании осмотра всего выдела или пересечения его по линейному ходу вдоль длинной стороны, а также широким челночным ходом или по диагонали при прохождении участка вдоль склона (вверх или вниз), в любом случае должна быть осмотрена в натуре большая часть выдела.

Нормы, приведенные в табл. 5, рассчитаны на коренные древостои. В случае, когда коренной древостой фации или урочища в результате внешних воздействий преобразовался в несколько более мелких по площади производных модификаций, отличающихся друг от друга по таксационным показателям,

расчетную норму I и II разрядов надо уменьшить вдвое.

До выхода в лес таксатор, рассматривая выделы под стереоскопом, намечает на абрисе-восковке наиболее информативные и рациональные дневные таксационные ходы с тем, чтобы при описании лучше отразить внутреннюю неоднородность участка (если она имеется) и максимально сократить холостые переходы в смежные выделы.

Варьирование состава, полноты и запасов древостоев изучалось по материалам маршрутной таксации автора в пределах контуров природной ландшафтной основы. Выборочно-измерительным методом протаксировано около 2000 таких насаждений в природных условиях гор Южного Прибайкалья.

На основании изучения варьирования таксационных показателей в ПТК (Зиганшин, 1985, 1997) и в таксационных выделах (наши и литературные данные, в том числе из при-

Таблица 5. Рекомендуемые нормативы измерений диаметров и высот деревьев в выделах

Разряд лесо-устройства	Число измерений в фации (числитель) и в урочище (знаменатель)		Точность опыта (числитель), %, уровень вероятности (знаменатель)
	диаметров средних деревьев	высот средних деревьев	
I и упрощенно-участковый	14–16 16	9 9	10 0.95, 5 0.68
II	8 8	5 5	7 0.68
III	4 4	2–3 2–3	10 0.68

Таблица 6. Минимальное количество описаний на таксационном выделе

Разряд лесо-устройства	Минимальное количество описаний участка			
	1	2	3	4
	при площади, га			
I	До 1	1–3	4–10	Более 10
II	До 2	2–5	6–15	Более 15
III	До 4	4–8	9–20	Более 20

водимого списка литературы) количество замеров сумм площадей сечений стволов (реласкопических площадок) для приспевающих, спелых и перестойных насаждений ПТК устанавливается: а) в выделах площадью до 1–2 га – два замера; б) в выделах площадью 3–15 га в однородных древостоях – 2–3 замера, в неоднородных – 3–6; в) в выделах площадью более 15 га в однородных древостоях – 3–4, в неоднородных – 5–10 замеров.

В средневозрастных насаждениях количество замеров снижается до 1–4 в зависимости от площади выдела и однородности древостоя. В молодняках дается глазомерная оценка полноты и состава. Пункты таксации устанавливаются при каждом заметном изменении таксационных показателей, а в однородных древостоях – равномерно, в соответствии со следующими минимальными нормами описаний (табл. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате опытных работ и с учетом данных таксационной литературы определе-

ны изменчивость таксационных показателей деревьев внутри обычных таксационных выделов и выделов на природной (ландшафтной) основе (см. табл. 1). По результатам изучения динамики изменчивости основных таксационных показателей деревьев (диаметра, высоты, длины и поперечника крон) в онтогенетических рядах нормальных и модальных древостоев (Зиганшин, 1972) получены нормативы необходимого числа наблюдений (измерений) для этих таксационных показателей при разных уровнях точности результатов и различном уровне вероятности (см. табл. 2).

Для древостоев сомкнутых (нормального ряда) на основе данных хода роста сосняков и уровня изменчивости диаметра деревьев в древостоях различного возраста получены практические рекомендации по минимальной площади (размерам) ПП для таксации древостоев с точностью 3–5 % на 5%-м уровне значимости (см. табл. 3).

На основе ранее выполненных работ в лаборатории лесоустройства и лесной таксации Института леса и древесины СО АН СССР (Семечкин и др., 1966) по исследованию рядов распределения деревьев по ступеням толщины и данных Справочника таксатора (Третьяков и др., 1952) получены нормативы (см. табл. 4) необходимого количества измерения высот и диаметров деревьев в трех центральных ступенях толщины древостоев для получения надежных показателей по среднему диаметру и высоте древостоев элементов леса для выделов с разной площадью (1, 6, 40 га).

На основе этого в табл. 5 даны нормативы измерения диаметров и высот деревьев при разных разрядах лесоустройства, отличающихся разной величиной среднего выдела.

По результатам опытных работ автора в однородных и неоднородных таксационных выделах (Зиганшин, 1986) и известных литературных и инструктивных данных в табл. 6 приведено необходимое минимальное число описаний в таксационном выделе в зависимости от разряда лесоустройства. Автор надеется, что нормативные данные, полученные им в результате многолетних работ, окажутся полезными многим исполнителям

при таксации насаждений как в научной, так и в производственной практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агеенко А. С., Лебединский В. В.* Строение некоторых древостоев пихты Майра на Сахалине // Сб. трудов ДальНИИЛХ. 1964. Вып. VI. С. 186–195.
- Анучин Н. П.* Упрощенные методы таксации леса. М.; Л., 1943. 52 с.
- Белов С. В.* Анализ ошибок определения таксационных показателей насаждений и пути дальнейшего совершенствования инвентаризации лесов // Сб. работ по лесн. хоз-ву. М.: Гослесбумиздат, 1962. С. 22–78.
- Вагин А. В., Харин О. А.* Точность измерительной таксации в сосновых древостоях // Лесн. хоз-во. 1965. № 4. С. 20–23.
- Венецкий И. Г., Венецкая В. И.* Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе. М.: Статистика, 1979. 448 с.
- Верхунов П. М.* Особенности строения разновозрастных сосновых древостоев по диаметру // Лесн. таксация и лесоустройство. Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск. 1978. Вып. 7. С. 54–58.
- Верхунов П. М.* Изменчивость и взаимосвязи таксационных показателей в разновозрастных сосняках. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. 208 с.
- Глазов Н. М.* Изменчивость и взаимосвязи основных таксационных признаков в листовничниках верхнего течения реки Зеи: автореф. дис. канд. с.-х. наук. Владивосток, 1964. 20 с.
- Глазов Н. М.* Коэффициенты вариации отдельных таксационных признаков деревьев в древостоях // Лесн. журн. 1968. № 2. С. 155–156.
- Глазов Н. М.* Статистический метод в таксации и лесоустройстве. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 144 с.
- Горский П. В.* Элементы леса и закономерности строения древостоев элементов леса // Учет лесосырьевых ресурсов и устройство лесов. Л., 1957а. Вып. 1. С. 5–31.
- Горский П. В.* Элементы леса и закономерности строения древостоев элементов леса // Учет лесосырьевых ресурсов и устройство лесов. Л., 1957б. Вып. 2. С. 4–21.
- Грачев В. М.* Изменчивость и взаимосвязь таксационных показателей елового древостоя северного района Среднего Поволжья // Межвуз. сб. науч. трудов по лесн. хоз-ву. Красноярск: СибТИ, 1974. С. 111–116.
- Дворецкий М. Л.* Изменчивость и взаимосвязь таксационных признаков стволов древостоя // Сб. тр. Поволжского лесотех. ин-та. Йошкар-Ола, 1957. № 52. С. 145–156.
- Дворецкий М. Л., Епифанов Ф. Е., Селуков П. С.* Динамика изменчивости, взаимосвязи и строения в еловом древостое 1-го класса бонитета // Сб. тез. докл. науч.-техн. конф. по итогам науч.-исслед. работ за 1969 г. Секция лесохоз. фак-та. Йошкар-Ола, 1970. С. 29–31.
- Дударев А. А.* Строение и рост сосняков Брянского лесного массива по длительным наблюдениям на постоянных пробных площадях: автореф. канд. дис. Воронеж, 1950. 19 с.
- Журин В. М., Самойлович Г. Г.* Изменчивость некоторых таксационных показателей тугайных тополей и изучение взаимосвязи между ними // Межвуз. сб. науч. тр. по лес. хоз-ву. Красноярск: СибТИ, 1972. С. 3–16.
- Захаров В. К.* Варьирование таксационных признаков древостоев // Лесн. хоз-во. 1950. № 11. С. 66–70.
- Захаров В. К.* Методы промышленной сортировки леса на корню. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Гослесбумиздат, 1957. 96 с.
- Зиганшин Р. А.* Опыт составления эскиза таблицы хода роста отдельного разновозрастного древостоя кедра. М.: Наука, 1967. С. 62–83.
- Зиганшин Р. А.* Особенности таксационного строения бруснично-зеленомошниковых сосняков междуречья Оби и Томи в связи с возрастом // Изучение природы лесов Сибири: мат-лы конф. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1972. С. 42–48.
- Зиганшин Р. А.* Опыт изучения изменчивости древостоев в урочищах // Природа и хозяйство Красноярского края (к 50-летию образования края): тез. докл. Красноярск: КГПИ, 1985. С. 55–58.

- Зиганшин Р. А.* Выборочно-измерительная таксация в крупных однородных выделах // Лесн. таксация и лесоустройство. Межвуз. сб. науч. трудов. Красноярск: КПИ, 1986. С. 81–86.
- Зиганшин Р. А.* Изменчивость диаметра деревьев в древостоях Прибайкалья // Структура и рост древостоев Сибири. Красноярск, 1993. С. 87–94.
- Зиганшин Р. А.* Варьирование таксационных показателей древостоев внутри вида фации // Лесн. таксация и лесоустройство. Межвуз. сб. науч. трудов. Красноярск: КГТА, 1994. С. 19–23.
- Зиганшин Р. А.* Таксация горных лесов на природной основе. Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. 204 с.
- Зиганшин Р. А.* Принципы лесоустройства на ландшафтной основе (на примере лесов Прибайкалья) // Лесн. таксация и лесоустройство. 2005. № 1(34). С. 118–131.
- Зиганшин Р. А., Семечкин И. В., Луценко М. Е.* Строение и особенности таксации Причудымских кедровников // Пути совершенствования инвентаризации лесов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1965. С. 105–130.
- Кенставичус И. И.* Применение выборочно-измерительной и выборочно-перечислительной таксации при устройстве лесов Литовской ССР // Новое в лесной таксации. М., 1964. С. 25–34.
- Козленко Г. М.* Изменчивость таксационных признаков деревьев и ее роль в таксации насаждений: автореф. канд. дис. М., 1945. 18 с.
- Колосова А. Е., Мурахтанов Е. С.* Лесная таксация. Л.: Изд-во ВЗЛТИ, 1960. 292 с.
- Комин Г. Е.* Возрастная структура и строение древостоев заболоченных лесов междуречья Лозьвы и Пельмы: автореф. канд. дис. Свердловск, 1964.
- Кондратьев П. С.* Опыт статистического анализа пробной площади в сосновом насаждении // Тр. по лесн. опытному делу БССР. Минск, 1929. Вып. III. С. 133–151.
- Котляров И. И.* Варьирование таксационных признаков древостоев кедра корейского // Сб. трудов ДальНИИЛХ. 1963. Вып. 5.
- Кузьмичев В. В.* Оценка продуктивности насаждений на основе анализа их строения // Вопр. лесовед. Т. 1. Красноярск, 1970. С. 446–458.
- Кузьмичев В. В.* Закономерности роста древостоев. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 160 с.
- Кузьмичев В. В., Иванов В. В., Кошурникова Н. Н., Оскорбин П. А.* Особенности строения темнохвойных лесов южной тайги Западной Сибири // Лесоведение. 2007. № 1. С. 3–7.
- Лебков В. Ф.* Изменчивость таксационных признаков внутри выделов и ее влияние на точность таксации лесного фонда при лесоустройстве // Пути совершенствования инвентаризации лесов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1965. С. 5–40.
- Левин В. И.* К вопросу о строении сосняков Архангельской области // Тр. Архангельск. лесотехн. ин-та. Архангельск, 1949. Т. 13. С. 193–216.
- Левин В. И.* К вопросу о закономерной связи и варьировании некоторых таксационных элементов в одновозрастных сосняках-зеленомошниках Архангельской области // Тр. Архангельск. лесотехн. ин-та. Архангельск, 1955. Т. 16. С. 204–217.
- Левин В. И.* Взаимосвязь и варьирование основных таксационных элементов деревьев сосны и ели в лесах Архангельской области // Тр. Архангельск. лесотехн. ин-та. Архангельск, 1957. Т. 17. С. 138–149.
- Левин В. И.* Сосняки Европейского Севера (строение, рост и таксация древостоев) // Тр. Архангельск. лесотехн. ин-та. Архангельск, 1966. 152 с.
- Макаренко А. А.* Некоторые закономерности строения молодняков и загущенных основных древостоев Казахского мелкосопочника // Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала и ведение хозяйства в них. Красноярск, 1967. С. 53–62.
- Макаренко А. А.* Строение молодняков и загущенных средневозрастных сосновых древостоев Казахского мелкосопочника по толщине // Тр. КазНИИЛХ. Алма-Ата, 1970. Т. VII. С. 11–21.

- Моисеев В. С.* Изучение строения и роста молодых насаждений // Тр. Ленингр. лесотехн. акад. 1966. Вып. 104. С. 43–60.
- Моисеев В. С.* Таксация молодняков. Л., 1971. 343 с.
- Мошкалева А. Г.* Характеристика неоднородности древостоя таксационного выдела и ее значение // Лесн. журн. 1964. № 2. С. 30–34.
- Мошкалева А. Г., Елизаров А. Ф.* Мероприятия по повышению точности таксации лесного фонда // Сб. науч.-исслед. работ по лесн. хоз-ву ЛенНИИЛХ. Вып. VI. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1963. С. 69–82.
- Поздняков Л. К.* Некоторые закономерности в изменении строения древостоя // Сообщ. Ин-та леса АН СССР. 1955. Вып. 5. С. 74–83.
- Поликарпов Н. П.* Формирование сосновых молодняков на концентрированных вырубках. М., 1962. 172 с.
- Семечкин И. В.* Строение разновозрастных кедровых древостоев и особенности их таксации: мат-лы по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока (тр. конф.). Красноярск, 1963. С. 217–224.
- Семечкин И. В.* Структура и динамика кедровников Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 253 с.
- Семечкин И. В., Луценко М. Е., Щербанов Н. М.* Возрастная структура и таксационное строение кедровников северного склона Западного Саяна и Горного Алтая // Организация лесн. хоз-ва и инвентаризация лесов / Тр. Ин-та леса и древесины СО АН СССР. Т. 58. Вып. 1. Красноярск, 1962. С. 105–118.
- Семечкин И. В., Луценко М. Е., Зиганшин Р. А., Долганов Ю. Ф.* Ряды распределения числа стволов и запаса по ступеням толщины в процентах в условно-одновозрастных древостоях кедра сибирского // Справочное пособие по таксации и устройству лесов Сибири. Красноярск: Красноярск. кн. изд-во, 1966. С. 148а–148б.
- Синельников Р. Г.* К вопросу о возрастной структуре ельников // Лесн. журн. 1958. № 5.
- Смирнов Н. Т.* Материалы к таксации молодых естественных насаждений сосны и березы // Тр. КазНИИЛХ. Алма-Ата, 1965. Т. V. Вып. 2. С. 95–107.
- Смирнов Н. Т.* Основные закономерности строения и особенности таксации молодняков // Вопр. таксации молодых древостоев. Алма-Ата, 1970. С. 5–15.
- Соколов С. В.* Исследование строения древостоев на Урале // Межвуз. сб. науч. работ по лес. хоз-ву. Красноярск: СибТИ, 1979. С. 45–53.
- Солодько А. С.* Строение ельников Красноярского края // Лесн. журн. 1967. № 4. С. 23–26.
- Сукачев В. Н., Дылис Н. В., Молчанов А. А. и др.* Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. 574 с.
- Третьяков Н. В.* Закон единства в строении насаждений. М.; Л.: Новая деревня, 1927. 114 с.
- Третьяков Н. В.* Некоторые положения советской лесной таксации. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. С. 18–62.
- Третьяков Н. П., Горский П. В., Самойлович Г. Г.* Справочник таксатора. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 854 с.
- Тюрин А. В.* Строение одновозрастных насаждений // Записки Воронежск. с.-х. ин-та. Воронеж, 1927. Т. VIII. С. 5–49.
- Тюрин А. В.* Лесная таксация. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1945. 376 с.
- Тюрин А. В.* Закономерности в строении лесонасаждений и их использование в лесном хозяйстве // Сб. работ по лесн. хоз-ву. М.: ВНИИЛМ, 1971. Вып. 53. С. 49–73.
- Фалалеев Э. Н.* Строение пихтовых лесов Сибири // Лесн. журн. 1960. № 4. С. 16–21.
- Фалалеев Э. Н.* Пихтовые леса Сибири и их комплексное использование. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 166 с.
- Федосимов А. Н.* Варьирование таксационных показателей на круговых площадках // Лесн. хоз-во. 1964. № 5. С. 18–20.
- Филиппов Г. В.* О макроструктуре таксационных участков // Лесоустройство, таксация и аэрометоды. Л.: ЛенНИИЛХ, 1975. Вып. 22. С. 38–43.
- Шанин С. С.* Строение разновозрастных сосновых насаждений по основным таксационным показателям // Сб. мат-лов конф. по итогам науч.-исслед. работ СибТИ за

- 1963 г. Секц. лесохоз. Красноярск, 1964. С. 3–7.
- Шанин С. С.* Строение сосновых и лиственных древостоев Сибири. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 106 с.
- Gieruszynski T.* O zmienności cech taksacyjnych drzew w dojrzałych drzewostanach świerkowych // *Folia forestalia polonica*. 1960a. N. 2. S. 5–44.
- Gieruszynski T.* Struktura i zmienność przyrostów drzew w dojrzałych drzewostanach świerkowych // *Folia forestalia polonica*. Seria A-Lesnictwo. 1960b. N. 2. S. 45–99.
- Ichim R.* Variabilitatea caracteristicilor dendrometrice ale arborilor din orboretele de molid exploatabile si de tip regulat // *Revista padurilor*. 1968. N. 9. S. 477–481.
- Meixner J.* Badania nad zmiennością piersniowej liczby kształtu, wysokości kształtu miąższości strzał w drzewostanie sosnowym // *Prace Komis. nauk roln. i lesn. Poznan towarz. przyjaciół nauk* 1965. N. 3. S. 457–480.
- Müller G.* Einige Untersuchungen über Variabilitätskoeffizienten, mittleren prozentualen Fehler und Flächenverteilungsreihen in der Forstwirtschaft // *Archiv für Forstwesen*. 1960. H. 12. S. 1060–1063.
- Prodan M.* Forstliche Biometrie. München-Bonn-Wien: BLW Verlagsgesellschaft, 1961. 432 s.

The Area of Forest Stand Identification and Required Quantity of Surveys in Tree Stands of Forest Elements

R. A. Ziganshin

*V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

E-mail: kedr@ksc.krasn.ru

Often the authors of scientific papers, both young and older generations, do not indicate in their articles and books the accuracy and reliability of their investigation. Sometimes they naively believe that in forestry enough once-accepted standard for the required quantity of surveys, forgetting that mathematical statistics, as in all of mathematics, should be guided by the so-called «domain of existence» of this or that regularity of certain numerical ratios. In particular, in forest inventory, as well as in forest science it is required to identify the full area of tree stand or forest stands, biogeocoenoses, or forest type compartment (sub-compartment), because at different ages and with different stand density to achieve the same accuracy and a confidence interval will require a completely different area of identifying and unequal number of measurements of a tree inventory indices. «Complete» we consider the stand, where the whole range of a tree diameter distribution is represented and statistically reliable. Academician V. N. Sukachev recommended studying forest types following the necessary area of their identification. It is not correct, based on the part of tree stand or forest stand, to accurately identify and evaluate quantitative and qualitative indicators of the biogeocoenoses. The author, based on his wide and long-term forest survey experience of different tree stands and tree species, of different age and density, tried to bring together the results of the research to develop regulatory requirements dictated by different inventory signs' variability in different cases. The greater the variability (variation) feature, the higher its entropy (uncertainty, disorder), and the greater the quantity of surveys (measurements) have to perform, to achieve the practical necessity of accuracy and reliability of the inventory work. The beginning of the article provides a rigorous and complete interpretation of «tree stand» and «forest stand». Then the article compares the variation of forest inventory indices in sub-compartments for III category of forest planning and in landscape tracts, showing that the survey on natural base is much preferable by the achievable accuracy. In this article all of the standard indicators are summarized in 4 tables for convenient and practical use.

Keywords: *tree stand, forest stand, biogeocenosis, elementary association and terrain (tract), variation of forest inventory indices, norms for a quantity of surveys.*

How to cite: *Ziganshin R. A. The Area of Forest Stand Identification and Required Quantity of Surveys in Tree Stands of Forest Elements // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Siberian Journal of Forest Science). 2015. N. 1: 87–104 (in Russian with English abstract).*