

УДК 630*18

UDK 630*18

СВЯЗЬ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ С МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ И СОЦИАЛЬНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ НА ПРИМЕРЕ ДРЕВОСТОЕВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

DEPENDENCE OF THE CURRENT TREE INCREASE FROM MORPHOLOGICAL AND SOCIAL FACTORS ON EXAMPLE OF TIMBER STANDS OF EAST SIBERIA

Вайс Андрей Андреевич
к. с-х. н., доцент
Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, Россия

Vays Andrey Andreevich
Cand.Agr.Sci., associate professor
Siberian State Technological University, Krasnoyarsk, Russia

По данным модельных деревьев получены модели в виде уравнений для вычисления текущего прироста деревьев по радиусу в кедровых, смешанных пихтовых и сосновых насаждениях. При вычислении текущего прироста по радиусу и высоте рекомендуется использовать диаметр дерева на высоте груди без коры, возраст дерева и среднее расстояние от ближайших по радиусу деревьев

Models of model trees in the manner of equations for calculation of the current increase of trees at radius in cedar, mixed fir and pine plantings are received. At calculation of the current increase at radius and height using the diameter of a tree on height bosom without cortex, age tree and average distance from nearest tree on radius is recommended.

Ключевые слова: ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ, СОСНА, КЕДР, ПИХТА, МОДЕЛЬ, СРЕДНЕЕ РАССТОЯНИЕ, ВОЗРАСТ ДЕРЕВА, ДИАМЕТР НА ВЫСОТЕ ГРУДИ

Keywords: CURRENT INCREASE, PINE, CEDAR, FIR, MODEL, AVERAGE DISTANCE, AGE OF A TREE, DIAMETER ON HEIGHT BOSOM

Введение. В настоящее время особую актуальность приобретают вопросы, связанные с оценкой состояния и устойчивостью лесных массивов. Основным инструментом наблюдения является система лесного мониторинга. В связи с этим текущий прирост является показателем, характеризующим состояние лесов [1].

Наиболее полно вопросы прироста леса отражены в монографиях В.В. Антанайтиса, В.В. Загреева [1,2], где приведена классификация и терминология древесного прироста. Комплекс причин, влияющих на величину текущего прироста по запасу установлен и составляет около 13 факторов [1]. В то же время факторы, определяющие условия местопроизрастания на уровне растущего дерева, и их влияния на текущий периодический прирост практически в отечественной литературе не встречаются. А.Н. Смольянов [3] отмечает, что чем лучше почвы, благоприятнее климат, чем больше площадь питания и деятельная

листовая и корневая масса, чем меньше конкуренция со стороны соседних деревьев и напочвенного покрова, тем сильнее ассимиляция и шире образуемое годичное кольцо. Изучая дубравы Шипова леса, автор установил влияние происхождения (старопахотные земли и вырубка) культур на ширину годичного слоя. Было установлено, что в насаждениях высокого возраста всё ещё существует взаимное влияние деревьев, которое отражается на формировании размеров годичного кольца. В более поздней публикации Н.И. Орехов, А.Н. Смольянов [4] указывают по литературным источникам, что на прирост в большей степени влияют температура воздуха, количество осадков и физико-химический состав почвы. Исследователи установили, что на годичный прирост по диаметру деревьев дуба существенное влияние оказывает среднее количество осадков, выпавшее в течение года, средняя температура вегетационного периода, средняя высота деревьев. Предлагается прирост, образовавшийся под воздействием климата принять за норму, что позволит более точно оценить воздействие антропогенных факторов на прирост древостоя. И.И. Гусев [5] установил, что возрастная структура еловых древостоев оказывает существенное влияние на варьирование основных показателей текущего прироста. В.Ф. Зинченко [6] определил, что на процент периодического прироста по объёму и диаметру не оказывает влияние разделение деревьев на группы в зависимости от формы изменения прироста по длине стволов на величину отклонений процента среднего периодического прироста.

Существует большое число методов определения текущего прироста, число которых постоянно растёт [1]. А.А. Кулешис, А.И. Юодвалькис [7] предложил новый метод оценки напряжения роста деревьев в древостое. При этом авторы исходили из того, что оценка производится только по данным исследуемого объекта, показатель должен быть чувствительным на изменение условий роста, он должен характеризовать весь древостой в целом. Для этого предлагается использовать коэффициент регрессии,

отражающий линейную связь прироста и диаметра дерева. В.А. Бугаёв [8] предлагает для выявления эффективности лесохозяйственных работ, оценки состояния насаждений использовать количественные и качественные показатели текущего прироста (стоимостная оценка). П.М. Верхунов [9] отмечал применительно к разновозрастным сосновым древостоям, что в структурных различных частях древостоев неодинаково проявляется неоднородность микросреды местообитания, по разному отражаются конкурентные взаимоотношения особей и различен процесс дифференциации деревьев. Это влечёт за собой более сильное варьирование прироста в тонкомерной части насаждения и деревьев. В.В. Гончарук [10] проверил точность трёх способов определения текущего прироста по запасу, основанных на значениях средней ширины годичных слоёв. Автор рекомендует для практических целей использовать способ И.Я. Лиёпы при условии введения поправки на Z_n и коэффициент k . Н.Т. Смирнов [11] предлагает табличный способ определения элементарного текущего прироста путём деления разности объёмов на разность диаметров. Второй способ заключался в определении элементарного прироста с помощью таблиц хода роста. При этом автор отмечает в качестве недостатка, что таблицы должны соответствовать конкретным условиям, иначе будет наблюдаться систематическая ошибка. В.В. Гончарук [12], проанализировав ряд способов определения текущего прироста запаса древостоя, считает, что наиболее полно учитывает природу древесного прироста метод М.Л. Дворецкого по модельным деревьям (ошибки в пределах $\pm 3-10\%$). Методы Н.Т. Смирнова, по мнению автора не являются в достаточной степени обоснованными. М.И. Швец [13] предлагал регрессионный метод вычисления текущего прироста по объёму на основе данных модельных деревьев дуба. Точность определения составила 15-25%. Первое уравнение имело степенной вид: $Z_v = a * d_{1.3}^b * Z_d^c * H^d * d_{cp}^e$, но сложность применения зависит от изменения

радиального прироста. Второе уравнение имело линейный множественный вид: $Z_v = a + b \cdot d_{1.3} + c \cdot A + d \cdot H + d_{cp} \cdot e$. А.И. Старцев [14] предлагает новый метод вычисления текущего среднепериодического прироста по объёму путём обмера 25-30 модельных деревьев с точностью $\pm 7-8\%$ без рубки модельных деревьев. Мы предлагаем абсолютный элементарный текущий прирост по объёму вычислять, модифицируя формулу В.В. Кузьмичёва, используя коэффициент напряжённости роста $(d_{1.3} / \sqrt[3]{H - 1.3})$ [15].

При общей оценке текущего прироста по запасу большое значение имеют закономерности его распределения в древостое. Н.Г. Косарев [16] установил, что в разновозрастных сосновых древостоях Алтайского края, состоящих из трёх возрастных поколений, около 45% абсолютного текущего прироста по объёму приходится на первое поколение. Процент текущего объёмного прироста в этом поколении является наименьшим. Поэтому при проведении выборочных рубок формирование текущего объёмного прироста будет происходить за счёт молодых тонкомерных деревьев, обладающих высокой энергией роста.

Наряду с приростом по диаметру большое значение имеет определение и прогнозирование текущего древесного прироста для совершенствования применяемых бонитетных шкал [17]. Регрессионный метод, использованный автором, позволил установить прирост по высоте как функцию возраста, среднего диаметра и текущего прироста по диаметру. Для древостоев одинакового возраста влияние прироста по диаметру на текущий прирост по высоте понижается с увеличением среднего диаметра, то есть с уменьшением густоты насаждений. В.В. Гончарук [18] использовал регрессионный метод на основе данных относительного текущего объёмного прироста средних деревьев ступеней толщины и процент прироста по площади сечения: $P_v = f(P_g, A)$. Автор применил уравнение сложной аллометрии с величиной ошибки 18% для составления таблицы объёмного прироста деревьев сосны. А.А. Макаренко

[19] указывал на то, что при установлении процента прироста по видовой высоте (P_{HF}) в древостоях низкой полноты нельзя использовать величины P_{HF} , заимствованные из таблиц хода роста, таблиц видовых чисел и видовых высот сомкнутых древостоев. Это приводит к занижению величины текущего прироста запаса в древостоях с полнотой ниже 1,0 и тем больше, чем ниже полнота. В более поздних работах А.И. Старцев [20, 21] для снижения высокой изменчивости прироста предлагал использовать понятие единичный прирост (отношение объёмного прироста и площади сечения в коре или без коры). Это позволяет, при обмере 25-30 учётных деревьев, отобранных способом пропорционально-ступенчатого представительства, рассчитать текущий прирост с точностью $\pm 10\%$. Ошибка прогноза прироста по объёму, с использованием 7-15 учётных деревьев составила $\pm 12-24\%$. При увеличении числа моделей до 25-30 штук - $\pm 13\%$. В.И. Хлюстов, для сосняков Казахского мелкосопочника использовал уравнения множественной регрессии для определения текущего прироста деревьев [22]. В дальнейшем исследователь подтвердил [23] наличие преимущественно линейной связи радиального прироста с диаметрами деревьев, а применение возраста позволило осуществить прогнозирование прироста с учётом пространственно-временных соотношений.

Наибольшее распространение в последние годы получил регрессионный метод оценки текущего прироста. Однако необходимо отметить, что данный метод предполагает наличие достаточного экспериментального материала для получения надёжных моделей. Для растущих деревьев радиальный и объёмный текущий прирост в наибольшей степени зависит от возраста и диаметра дерева на высоте груди.

Растительное сообщество с точки зрения мозаичности на верхнем уровне можно разделить на гомогенные (однородные) и гетерогенные

(неоднородные). В зависимости от типа мозаичности, выделяют основные и структурные промежуточные элементы. Если к основным структурным элементам на ценотическом уровне относят растущее дерево и древостой, то к промежуточным структурам относят ценноячейки, биогруппы, ценомы, куртины, парцеллы и т.д.

Авторская точка зрения состоит в том, что в любом ценозе можно выделить промежуточные структуры, которые мы называем «социальные группы». Центром такого образования является произвольно растущее дерево и ближайшие по радиусу «соседи», то есть растения, с которыми дерево вступает в непосредственное взаимодействие. Данные промежуточные элементы, с одной стороны являются искусственными, поскольку не обладают внешней физиономичностью, но, с другой стороны, они естественны по причине того, что в наибольшей степени взаимодействие проявляется между ближайшими растениями. При этом сохраняется уровень индивидуума (дерева) и поддерживается принцип непрерывности (континиума).

На основе вышеназванных особенностей мозаики растительных сообществ, была разработана схема организации древостоев с однородной и неоднородной структурой (рисунки 1, 2).

Основной элемент	Структурный промежуточный элемент	Первичный (основной) элемент
Древостой	Социальная группа	Растущее дерево

Рисунок 1 – Схема структурной организации однородного древостоя

Все элементы ценотической организации терминологически определены применительно к пространственной структуре [24].

Древостой – совокупность деревьев, произрастающих на однородном участке и характеризующаяся множеством таксационных показателей [25].

Основной элемент	Структурные промежуточные элементы	Первичный (основной) элемент
Древостой	Биогруппа, Парцелла, Социальная группа	Растущее дерево

Рисунок 2 – Схема структурной организации неоднородного древостоя

Растущее дерево – это первичный элемент древостоя, который характеризуется совокупностью морфологических признаков, произрастающее на единичной площади древостоя и взаимодействующее с соседними деревьями.

Древостой и растущее дерево – это основные элементы структурной организации. Автор выделяет и промежуточные структурные единицы, выделяемые в зависимости от степени гомогенности древостоя.

Парцелла (по Н.В. Дылису [26]) – структурные части горизонтального расчленения биогеоценоза (древостоя), отличающиеся друг от друга составом, структурой и свойствами компонентов, спецификой их связей и материально-энергетического обмена. Необходимо отметить, что мы рассматриваем в качестве парцеллы только растительный компонент. Парцеллярная структура свойственна

неоднородным древостоям смешанного и сложного состава. При этом, по мнению Н.В. Дылиса, парцелла - понятие типологическое.

Биогруппа – это образование, связанное с процессом формирования древостоя под воздействием внешних (лесные пожары, климатические условия) и внутренних (не социальных) факторов. Такие элементы могут быть выделены в любом древостое [27]. Сосновые древостои автор разделил на следующие структурные единицы: **обособленные биогруппы**, **биогруппы-цепочки** (1-2 дерева) и **растущие деревья**. Биогруппы характеризуются структурой, составом, происхождением и морфологией.

Социальная группа – это искусственное образование, выделяемое в древостоях любой структурной организации (однородные и неоднородные). Она включает в себя растущее (центральное) дерево и ближайших по радиусу «соседние» деревья. Пространственная группа характеризуется средним расстоянием от центрального дерева до ближайших особей. При этом сохраняется уровень растущего дерева, а значит, основной характеристикой является морфология растения.

Предлагаемая схема структурной организации древостоев не нарушает парадигму континуума (непрерывности) растительного сообщества и соответствует современному взгляду на лес как на мозаично-ярусную структуру. Переход на уровень растущего дерева позволяет наряду с размером дерева по диаметру на высоте груди, возрастной стадии учесть и факторы социального влияния. Социальное положение дерева устанавливалось по двум составляющим: горизонтальной структуре (среднее расстояние от исходного дерева до ближайших по радиусу «соседей») [28] и конкурентному весу (расчёт индекса конкуренции) [29].

Объекты и методика исследований. Среднее расстояние до ближайших по радиусу «соседей» вычислялось по формуле:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n}, \quad (1)$$

где L - среднее расстояние между ближайшими по радиусу «соседей», м;

l_1, l_2, l_n – расстояние от исходного дерева до «соседей», м;

n – число деревьев, шт.

Индекс конкуренции рассчитывался следующим способом:

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{D_0}, \quad (2)$$

где CI – индекс конкуренции;

$\sum_{i=1}^n D_i$ - сумма диаметров крон ближайших «соседей» вокруг растущего дерева, м;

D_0 – диаметр кроны исходного дерева, м.

Социальные условия вокруг растущего дерева со временем меняются. В светлохвойных насаждениях преимущественно наблюдается процесс отпада (увеличения среднего расстояния). Темнохвойные насаждения характеризуются разновозрастностью, где наряду с уменьшением числа стволов идёт процесс вставания подроста в основной полог.

Всё это позволяет для фиксации процесса динамики использовать категории социального положения: 0-3,0 м; 3,1-5,0 м; 5,1-9,0 м; 9,1 м и выше.

Исследование текущего радиального периодического прироста за последние 10 лет проводилось путём взятия кернов на высоте 1,3 м. Кроме этого использовались данные модельных деревьев. Полевой материал был собран из различных территорий Восточной Сибири: кедровые насаждения (Абазинское лесничество Хакаской АССР), смешанные пихтовые насаждения (Большемуртинское лесничество Красноярского края), сосновое насаждение (Казачинское лесничество Красноярского края), сосновые насаждения (модели – Пировское лесничество Красноярского края, Газимур-Заводское лесничество Читинской области, Ленское лесничество Якутской АССР).

Экспериментальная часть. В таблице 1 приведены характеристики множественных линейных уравнений для деревьев кедровых насаждений.

Диапазон значений переменных соответствует показателям разновозрастных насаждений. Необходимо отметить, что уравнения в большинстве случаев достоверны по критерию Фишера ($F_{\phi} > F_T$). Низкие значения коэффициента корреляции подчёркивает значительное варьирование текущего прироста растущих деревьев, но при переходе к текущему приросту по запасу наибольшее значение имеет средний текущий прирост по объёму наиболее представленных ступеней толщины.

Таблица 1 – Характеристика линейных моделей по определению абсолютного радиального прироста деревьев в кедровых насаждениях Абазинское лесничество

Категория по среднему расстоянию	Модель	Коэффициент корреляции	Основная ошибка, см	Критерий Фишера
Пробная площадь 1 (до 120 лет)				
3,1-5,0 м	$Z_{r10}=0,013+0,034*d_{1.3}-0,008*CI$	0,787	0,36	3,3
Пробная площадь 1 (120 лет и выше)				
3,1-5,0 м	$Z_{r10}=1,068+0,001*d_{1.3}-0,158*CI$	0,302	0,47	0,65
Пробная площадь 2				
3,1-5,0 м	$Z_{r10}=0,391+0,005*d_{1.3}-0,001*CI$	0,251	0,21	0,37
5,1-9,0 м	$Z_{r10}=0,417+0,009*d_{1.3}-0,013*CI$	0,296	0,28	2,3
9,1 м и выше	$Z_{r10}=0,249+0,010*d_{1.3}-0,003*CI$	0,280	0,43	0,30
ПП №1	$Z_{r10}=-,063+0,027*L+0,014*d_{1.3}+0,003*A$	0,438	0,43	2,1
ПП №2	$Z_{r10}=0,216+0,004*L+0,009*d_{1.3}+0,0006*A$	0,313	0,28	2,6
ПП №3	$Z_{r10}=-,019+0,029*L+0,010*d_{1.3}+0,002*A$	0,388	0,30	2,8

Примечание: Z_{r10} – абсолютный радиальный текущий прирост на высоте 1,3 м; L – среднее расстояние между ближайшими деревьями, м; $d_{1.3}$ – диаметр ствола на высоте груди в коре, см; A – возраст, лет; CI – индекс конкуренции.

В таблице 2 указаны параметры множественных линейных уравнений вычисления процента радиального прироста.

Таблица 2 – Параметры линейных уравнений для установления процента радиального прироста деревьев в смешанных пихтовых насаждениях Большемуртинское лесничество

Порода	Модель	Коэф- фициент корреля- ции	Основная ошибка, %	Критерий Фишера
Пробная площадь 1				
Пихта	$P_{r5} = 3,349 - 0,0205 * A + 0,056 * d_{б/к}$	0,363	1,33	8,0
Берёза	$P_{r5} = 3,192 - 0,0961 * A + 0,288 * d_{б/к}$	0,975	0,79	29,2
Ель	$P_{r5} = 5,018 - 0,0584 * A + 0,163 * d_{б/к}$	0,606	2,40	2,0
Кедр	$P_{r5} = -0,552 + 0,0213 * A + 0,102 * d_{б/к}$	0,569	1,62	8,6
Пробная площадь 2				
Пихта	$P_{r5} = 1,269 - 0,0953 * L + 0,049 * d_{б/к}$	0,427	1,08	9,6
Берёза	$P_{r5} = -3,645 + 0,8417 * L + 0,150 * d_{б/к}$	0,992	0,30	97,2
Ель	$P_{r5} = 2,476 - 0,4328 * L - 0,010 * d_{б/к}$	0,782	0,30	1,6
Кедр	$P_{r5} = 0,826 - 0,0415 * L + 0,042 * d_{б/к}$	0,480	1,09	2,5
Осина	$P_{r5} = 2,921 - 0,3022 * L + 0,076 * d_{б/к}$	0,584	1,59	4,1
Пробная площадь 3				
Пихта	$P_{r5} = 0,839 + 0,0015 * A + 0,061 * d_{б/к}$	0,459	1,10	12,8
Ель	$P_{r5} = 3,936 - 0,0225 * A + 0,037 * d_{б/к}$	0,335	2,17	0,8

Примечание: P_{r5} – процент радиального текущего прироста за последние пять лет на высоте груди, %; $d_{б/к}$ – диаметр ствола на высоте груди без коры, см.

Анализ таблицы 2 указывает на высокую зависимость процента текущего прироста деревьев берёзы, ели, кедра, осины, пихты от размеров деревьев по толщине, возраста и расстояния до ближайших деревьев по радиусу.

В таблице 3 представлены параметры линейных моделей определения текущего абсолютного прироста по радиусу и высоте в сосновых насаждениях.

Выводы. Параметры уравнений для разных насаждений указывают на то, что в качестве входных переменных при вычислении текущего прироста по радиусу и высоте рекомендуется использовать диаметр дерева на высоте груди без коры, возраст дерева и среднее расстояние от ближайших по радиусу деревьев. При увеличении размеров деревьев по диаметру растет текущий прирост по радиусу. С возрастом текущий прирост снижается, а при увеличении расстояния до ближайших «соседей» абсолютный текущий прирост возрастает, но при этом процент текущего прироста уменьшается.

Конкурентное давление со стороны ближайших деревьев вызывает уменьшение абсолютного текущего прироста по радиусу.

Таким образом, итоговые уравнения и закономерности позволяют по совокупности морфолого-пространственных признаков оценить текущий прирост растущего дерева применительно к проведению рубок промежуточного пользования или общей оценки текущего прироста по запасу.

Таблица 3 – Параметры линейных моделей для определения текущего прироста деревьев в сосновых насаждениях

Категория деревьев	Уравнения	Коэффициент корреляции	Основная ошибка, см	Критерий Фишера
Казачинское лесничество				
ГПС	$Z_{r10}=0,466-0,006*CI$ $+0,0157*d_{1.3}$	0,423	0,18	1,0
СРМ	$Z_{r10}=0,290+0,004*CI+0,015*$ $d_{1.3}$	0,363	0,28	8,6
УГТ	$Z_{r10}=-0,239+0,0006*CI$ $+0,04*d_{1.3}$	0,610	0,27	15,1
Пировское лесничество				
-	$Z_{r10}=3,028+0,165*L-0,015*A$	0,718	0,44	7,4
Газимур-Заводское лесничество				
-	$Z_{r10}=0,714-0,052*L+0,018*A$			
Ленское лесничество				
-	$Z_{r10}=0,413+0,006*L-0,004*A$	0,682	0,08	10,0
-	$Z_{r10}=0,245+0,008*L-0,002*A$	0,708	0,04	7,0

Примечание: Категории деревьев устанавливались исходя из средней высоты древостоя (ГПС – господствующие, СРМ – среднемерные, УГТ – угнетённые).

Список литературы

1. Антанайтис В.В., Загреев В.В. Прирост леса. – М.: Лесн. пром-сть, 1969. – 240 с.
2. Антанайтис В.В., Загреев В.В. Прирост леса. Изд-ие 2-ое. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 250 с.
3. Смольянов А.Н. Влияние условий роста на процесс формирования годичного прироста в дубравах Шипова леса // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1979. – с. 59-62.
4. Орехов Н.И., Смольянов А.Н. Влияние климатических факторов на прирост по диаметру молодых культур дуба // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1981. – с. 60-66.
5. Гусев И.И. Изменчивость показателей текущего прироста стволов древостоя в ельниках Севера // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1977. – с. 83-87.
6. Зинченко В.Ф. Формулы определения процента среднего периодического прироста стволов деревьев // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1977. – с. 133-138.
7. Кулешис А.А., Юодвалькис А.И. Оценка напряжения роста деревьев в древостое // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1986. – с. 21-27.
8. Бугаёв В.А. Качественная оценка текущего прироста // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1980. – с. 41-46.
9. Верхунов П.М. Закономерности варьирования показателей прироста в разновозрастных сосновых древостоях // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1977. – с. 102-109.
10. Гончарук В.В. О точности некоторых способов определения текущего прироста по запасу отдельного древостоя // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1973. – с. 102-106.
11. Смирнов Н.Т. Обоснование способа таксации древесного прироста для южной части Приморского края // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1980. – с. 30-35.

12. Гончарук В.В. Анализ способов определения текущего прироста запаса древостоя через элементарный объёмный прирост // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1983. – с. 57-62.

13. Швец М.И. Определение текущего прироста по запасу дубовых древостоев // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1983. – с. 66-71.

14. Старцев А.И. Метод определения текущего среднепериодического прироста по объёму у растущих деревьев // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1997. – с. 109-116.

15. Вайс А.А. Метод определения элементарного объёмного прироста отдельного дерева и текущего запаса древостоя // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1999. – с. 55-59.

16. Косарев Н.Г. Текущий прирост в разновозрастных сосняках ленточных боров Алтайского края // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1979. – с. 139-145.

17. Гончарук В.В. Зависимость текущего прироста по высоте от средних таксационных показателей древостоев // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1989. – с. 30-34.

18. Гончарук В.В. Эмпирическая модель относительного текущего прироста деревьев сосны // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1985. – с. 47-50.

19. Макаренко А.А. Об определении процента текущего прироста запаса древостоя // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1992. – с. 54-60.

20. Старцев А.И., Корепанов А.А. Определение текущего прироста сосновых древостоев // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1998. – с. 100-111.

21. Старцев А.И. Прогнозирование периодического текущего прироста сосновых древостоев // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1999. – с. 64-73.

22. Хлюстов В.К. Закономерности текущего прироста сосняков Казахского мелкосопочника // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. сельск. наук. – Красноярск, 1986. – 20 с.

23. Хлюстов В.К. О закономерностях изменения прироста от размеров и возраста деревьев // Лесная таксация и лесоустройство. – Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1991. – с. 17-22.

24. Вайс А.А. Структурная организация древостоев // Лесные экосистемы Северо-Восточной Азии и их динамика: мат. междуна. конф. – Владивосток: Дальнаук, 2006. – с. 35-37.

25. ОСТ 56-108-98. Лесоводство. Термины и определение. – М.: ВНИИЦлесресурс. – 1999. – 56 с.

26. Дылис Н.В. Основы биогеоценологии: учебное пособие - М: МГУ, 1978.-149 с.

27. Вайс А.А. Биогруппа – естественная структурная единица организации древостоя // Вестник СибГТУ. – Красноярск: СибГТУ. - 2002. – №1. - с. 31-35.

28. Вайс А.А. Горизонтальная структура пихтовых насаждений // Вестник СибГТУ. – 2005. - №1. – с. 24-27.

29. Вайс А.А. Объёмные таблицы для Среднеобских боров, созданные на основе конкурентных взаимоотношений деревьев // Вестник СибГТУ. – 2002. - №1. – с. 35-38.