



УДК 630*245.13:630*111:630*116.1

Экологические аспекты комплексного ухода в искусственных лесных фитоценозах

© Д. С. Бурцев

Ecological aspects of comprehensive care in artificial forest phytocenoses

D.S. Burtsev (Saint-Petersburg Forestry Research Institute)

The studies were conducted in the southern taiga subzone of the Leningrad Region. The object of the study were the 26-year-old Norway spruce forest plantations affected comprehensive care – in the plantation were thinning at the lower method and pruning. The changes in the vertical structure of the fractional aboveground biomass of the stand were analyzed. The dynamics of climate and groundwater levels under the influence of management activities spent was shown.

Key words: pruning, forest plantations, spruce, phytomass, microclimate

Экологические аспекты комплексного ухода в искусственных лесных фитоценозах

Д. С. Бурцев

Исследования проведены в южнотаежной подзоне Ленинградской области. Объектом изучения являлись 26-летние лесные культуры ели европейской, затронутые комплексным уходом – в насаждении проводились разреживание по низовому способу и обрезка ветвей. Проанализированы изменения вертикально-фракционной структуры надземной фитомассы древостоя. Показана динамика микроклимата и уровня грунтовых вод под влиянием проведенных хозяйственных мероприятий.

Ключевые слова: обрезка ветвей, лесные культуры, ель, фитомасса, микроклимат

Бурцев Даниил Сергеевич, начальник научно-исследовательского отдела воспроизводства лесов ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства», канд. с.-х. наук

194021, Санкт-Петербург, Институтский проспект, 21
Тел. 552-80-21, доб. 480
E-mail: reforest@spb-niilh.ru

Современные тенденции лесовосстановления в развитых странах ориентированы на создание редких насаждений (густотой от 1600 до 2000 шт. га⁻¹) с последующими интенсивными лесоводственными уходами. Более редкие культуры выгоднее в экономическом плане. Но они проигрывают в качестве древесного сырья вследствие повышенной сучковатости и плохой очищаемости от сучьев. Для снижения негативного влияния этого явления в редких культурах проводится обрезка ветвей у целевых, отобранных для дальнейшего выращивания деревьев. При своевременной обрезке ветвей, проводимой в комплексе с рубками ухода, увеличивается содержание высококачественной, бессучковой древесины, при распиловке которой повышается выход лучших сортов пиломатериалов [2, 3].

При постановке задач в процессе изучения обрезки ветвей как лесохозяйственного мероприятия ученые-лесоводы часто обходят стороной экологические аспекты этого вопроса, заостряя свое внимание лишь на технологических и экономических моментах [10, 11], а также изучают влияние такого вида ухода на рост и продуктивность самих деревьев [6, 9, 5].

Следует понимать, что древостой — хоть и господствующий, но не единственный компонент в лесном биогеоценозе, поэтому любое воздействие на лесную экосистему должно оцениваться комплексно. Оценку воздействия на окружающую среду целесообразно начинать с изучения изменения экологических факторов, наиболее важными из которых являются температура воздуха, почвы и глубина залегания грунтовых вод [1, 14]. Теоретически, изменение структуры фитомассы в результате обрезки ветвей может повлиять на микроклимат, что в свою очередь улучшит или ухудшит условия обитания видов, входящих в состав биогеоценоза. Эту гипотезу мы и попытались подтвердить в ходе своих исследований.

Методы исследований

Исследования проводились на территории Лисинского учебно-опытного лесничества в Ленинградской области. По лесорастительному

районированию изучаемая территория относится к подзоне южной тайги лесной зоны европейской части России [7]. В качестве объекта исследования было выбрано чистое по составу искусственное насаждение ели 1983 года создания. Посадка культур проводилась по заранее обработанной почве (сплошная вспашка) рядовым способом. Исходное размещение сеянцев по площади 1,0×5,6 м, исходная густота 1800 шт. га⁻¹. В качестве посадочного материала использовались трехлетние сеянцы местного происхождения. Работы проводились под руководством профессора Лесотехнической академии Г.И. Редько. До 20-летнего возраста в культурах проводились ухода с целью устранения деревьев лиственных пород.

В 2009 году опытный участок лесных культур был разделен на две секции, в одной из которых был проведен комплексный уход: разреживание по низовому способу интенсивностью 20 %, обрезка сучьев и живых ветвей на всех деревьях до высоты 2 м, а на 25 % лучших (лидерах) — до 4 м. Вторая секция оставлена в качестве контрольной. В каждой секции заложено по одной пробной площади по 0,14 га каждая. Все деревья пронумерованы и закартированы. Таксационные показатели определялись по общепринятым методикам [8, 15].

Для изучения вертикально-фракционной структуры надземной части древостоев были отобраны модели [4, 12]. После рубки производили обмер моделей, определяли вес древесины и ветвей по метровым секциям в свежесрубленном состоянии. Для установления содержания сухого вещества в разных фракциях фитомассы из каждой секции отбирались модельные ветви и выпиливались образцы древесины в коре. Ветви разделялись на годичные побеги, которые взвешивали, высушивали при температуре 105±2 °С до абсолютно сухого состояния, после чего отрывали хвою и снова взвешивали. Образцы древесины взвешивались отдельно от коры в свежесрубленном и абсолютно сухом состоянии. Запас фитомассы на единице площади определяли по соотношению площадей сечения модельных деревьев и деревьев, учтенных на пробной площади [13].

Наблюдения за микроклиматом и динамикой уровня грунтовых вод проводили в мае-июне 2010 г. – отдельно на каждой пробной площади, ровно в 12 часов дня, с периодичностью от 2–3 до 12–18 дней в зависимости от погодных условий [1]. Температуру воздуха измеряли по двум ртутным срочным термометрам на высоте 10 см от поверхности земли. Температуру почвы определяли по показаниям предварительно установленных на разной глубине ртутных колечатых термометров Савинова. Измерительные приборы располагались на пробной площади так, чтобы исключить влияние прямого попадания солнечных лучей. Для наблюдения за уровнем грунтовых вод на каждой пробной площади были устроены скважины.

Результаты и их обсуждение

До начала эксперимента таксационные показатели древостоя на пробной площади, заложенной в секции, где планировалось провести комплексный уход, были несколько ниже, чем в контрольной секции (табл. 1). Однако различия значений средних высот и диаметров стволов составляли менее 5 %, что выходит за рамки доверительного интервала. После проведения разреживания в опытном насаждении наблюдалось достоверное увеличение среднего диаметра ствола, остальные показатели изменились незначительно. В результате искусственный древостой на экспериментальном участке (ПП 145Б) по значению средней высоты и среднего диаметра немного превосходит контрольный (ПП 145Г), а по абсолютной полноте и запасу уступает.

Таблица 1

Таксационная характеристика исследуемых древостоев до и после проведения комплексного ухода

Таксационные показатели	Вариант опыта		
	Эксперимент		Контроль
	До ухода	После ухода	
Состав	10Е	10Е	10Е
Средний диаметр ствола, см	12,9±0,28	14,0±0,27	13,5±0,31
Средняя высота, м	10,4	10,8	10,6
Текущая густота, шт./га	1550	1250	1550
Абсолютная полнота, м ² /га	20,0±0,43	18,9±0,36	22,5±0,52
Запас сырораствующей древесины, м ³ /га	117±2,6	110±2,2	134±2,9

Логично предположить, что изъятие запаса сырораствующей древесины и обрезка ветвей с живой хвоей приведет не только к уменьшению общего запаса, но и к структурной перестройке фитомассы, что мы и видим из приведенных данных (табл. 2).

Общая фитомасса надземной части древостоя в культурах, пройденных комплексным уходом, ниже, чем в контрольном варианте на 28 %. Наименьшая разница в двух вариантах наблюдается по запасу древесины 15 %, а наи-

большая – по массе живых ветвей 48 %. Различия по хвое чуть ниже – 39 %. Это объясняется тем, что при разреживании были удалены наиболее отсталые в росте деревья, общий вклад которых в запас древесины ничтожен. А вот при обрезке ветвей убирались в основном наиболее мощные (долгоживущие) живые ветви, которые вносили большой вклад в формирование структуры наземной фитомассы древостоя. Ведь в силу особенностей агротехники создания лесных культур, а именно широких

Таблица 2

Распределение надземной фитомассы древостоя по фракциям в 26-летних культурах ели с проведением комплексного ухода и без него

Фракции фитомассы	Надземная фитомасса по вариантам опыта (абсолютные и относительные значения)				Разница между экспериментом и контролем	
	Эксперимент		Контроль			
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Ствол, в т. ч.:	39,4	65	46,1	55	-6,7	-15
древесина	34,2	57	40,0	48	-5,8	-15
кора	5,2	8	6,1	7	-0,9	-15
Крона, в т. ч.:	21,0	35	38,3	45	-17,3	-45
хвоя	12,3	20	20,1	24	-7,8	-39
ветви живые	8,5	15	16,3	19	-7,8	-48
ветви сухие	0,2	0	1,9	2	-1,7	-2
Итого	60,4	100	84,4	100	-24,0	-28

междурядий, сухих сучьев в насаждении практически нет.

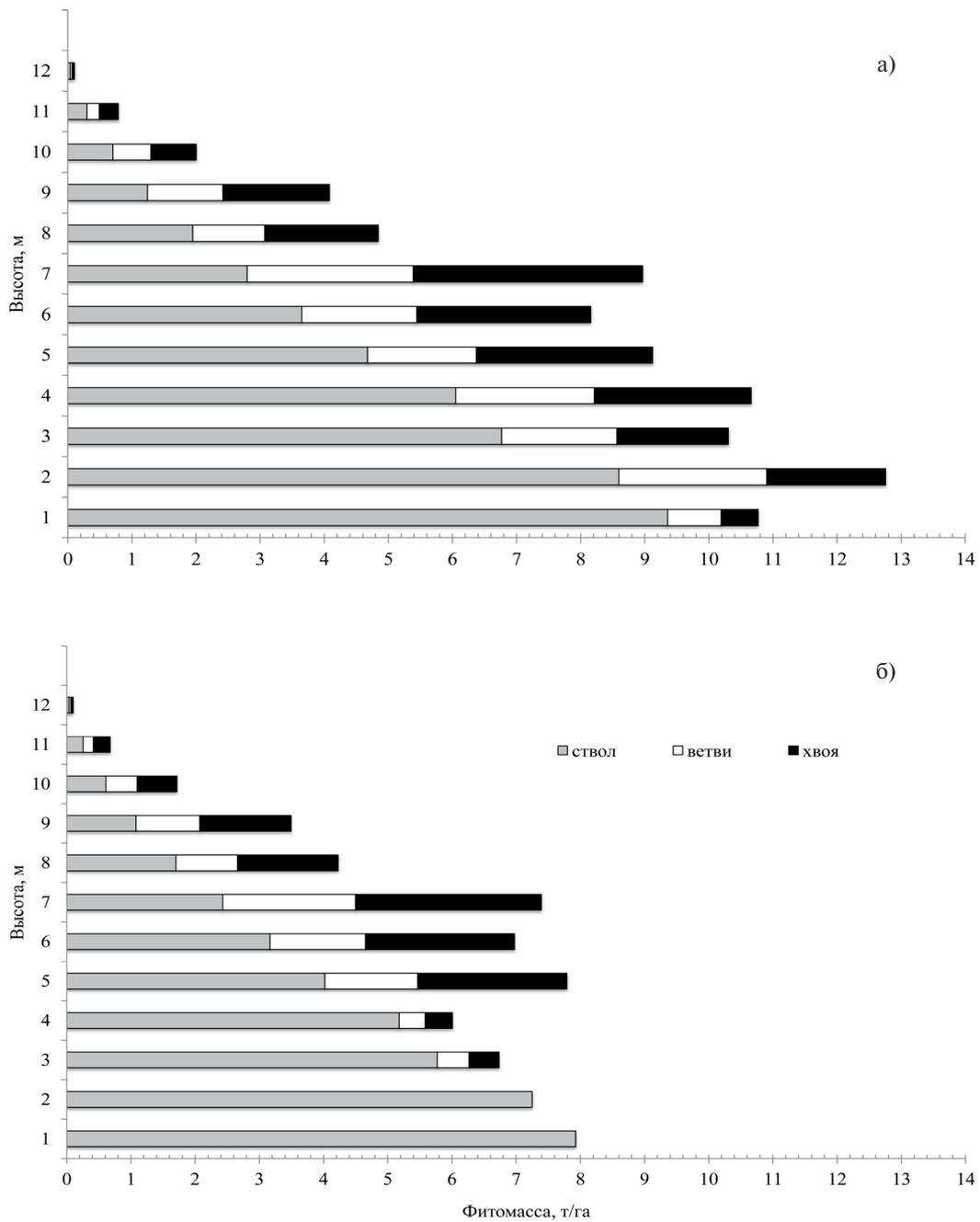
Абсолютные значения фитомассы довольно подробно характеризуют различия между двумя исследуемыми древостоями по этому показателю. Однако для более корректного анализа структурной перестройки надземной фитомассы необходимо сравнить те же показатели в относительном выражении.

В результате проведенного комплексного ухода произошли структурные изменения фитомассы древостоя. Доля стволовой древесины с корой в общей фитомассе увеличилась с 55 до 65 %, что связано с уменьшением относительного содержания других фракций фитомассы (хвои и ветвей). Относительные величины массы хвои и живых ветвей снизились соответственно с 24 до 20 и с 19 до 15 %. Для того чтобы понять причины таких изменений проведем анализ вертикально-фракционной структуры фитомассы.

Как видно на рисунке 1а, основная масса ассимиляционного аппарата (92 %) в 26-летнем древостое, где не проводились разреживание и обрезка ветвей, почти равномерно располагается на высоте от 1 до 9 м. Такое распределение обу-

словлено большим расстоянием (5,6 м) между рядами посадок, которое способствует освещению всего вертикального профиля крон деревьев. В самом нижнем горизонте крон масса хвои резко снижается — очевидно, это следствие разрастания крон и затенения нижних слоев верхними. В этом случае хвоя, находящаяся в нижних горизонтах, потребляет больше ресурсов, чем продуцирует, что не способствует приросту древесины.

Максимум накопления хвои приходится на слои кроны, находящиеся на высоте от 4 до 7 м. Похоже, что основная часть фотосинтетически активной радиации приходит именно к этим слоям, что не удивительно, ведь над ними кроны почти нет. Уже начиная с высоты 7 м, резко снижается масса лапника по сравнению с более низкими горизонтами. Причем у ветвей это изменение происходит более существенно (в 2,3 раза), чем у хвои (в 2,0 раза). Учитывая, что в исследуемых культурах хорошее боковое освещение, можно предположить, что именно ассимиляционный аппарат из средней части кроны активнее всего участвует в продукционном процессе. В то же время общеизвестно, что ель в основном продуцирует за счет верхней трети



а – контрольный вариант, б – после разреживания древостоя и обрезки сучьев

Рис. 1. Вертикально-фракционная структура надземной фитомассы древостоя 26-летних культур ели

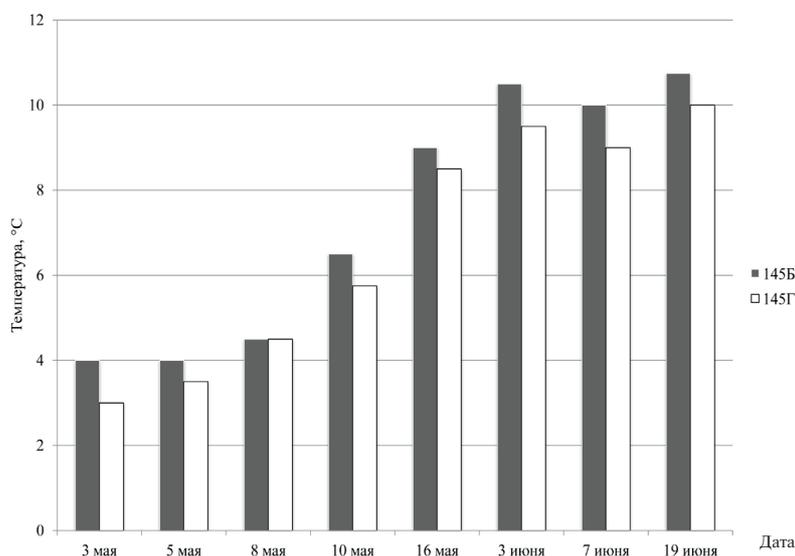
кроны. Однако, в таком возрасте и при такой горизонтальной структуре древостоя, которыми характеризуются исследуемые еловые культуры, этот вывод вполне закономерен.

После проведения комплексного ухода вертикально-фракционная структура фитомассы 26-летних культур ели резко изменилась. Основная масса хвои располагается теперь на высоте от 4 до 9 м (рис. 1, б). Однако максимум накопления ее массы по-прежнему находится в пределах 4-7 м высоты ствола. Это дает основание утверждать, что ассимиляционный аппарат, скорее всего, серьезно не пострадал и сохранил свой потенциал.

Остается без ответа вопрос: как же могут повлиять эти изменения в структуре фитомассы на экологический режим под пологом древостоя? Несмотря на то, что ветви обрезались до такой высоты только на лучших деревьях, получилось, что изъята была почти вся фитомассы ветвей и хвои на этой высоте. Это подтверждают данные, представленные на рисунке 1б, где видно, что до высоты 4 м этих фракций фитомассы практически нет. Можно предположить, что такие трансформации древесного по-

лога приведут к изменению температурного режима под ним. За счет увеличения притока солнечного света увеличится температура воздуха и почвы, а также изменятся в лучшую сторону и другие связанные с ними факторы. Может немного увеличиться уровень грунтовых вод вследствие уменьшения транспирации и в связи с уменьшением массы ассимиляционного аппарата фитоценоза.

Наблюдения за температурой воздуха подтверждают высказанную гипотезу (рис. 2). Практически всегда температура воздуха на контрольном участке в дневные часы была ниже на 0,5-1,0 °С, чем под пологом культур с обрезанными ветвями. Лишь в один день (8 мая 2010 г.), когда была дождливая и пасмурная погода, температура воздуха на двух участках установилась одинаковая. Последний факт подтверждает, что разница температур зависит именно от изменений структуры фитомассы и соответственно светового режима, так как в пасмурную погоду свет приходит к поверхности земли в виде рассеянной радиации, на распределение которой древостой почти никакого влияния не оказывает.



ПП 145Г – контрольный вариант, без проведения ухода
 ПП 145Б – после разреживания древостоя и обрезки сучьев

Рис. 2. Динамика дневной (12 ч) температуры воздуха под пологом древостоя 26-летних культур ели

Данные, полученные при наблюдении за температурой почвы, оказались довольно непредсказуемыми. До 10 мая 2010 г. температура почвы по всему исследуемому профилю (5-20 см) в контрольном варианте, как и предполагалось, была ниже, чем на опытном участке (табл. 3). Начиная с 16 мая, температура верхнего 5-сантиметрового слоя резко возросла

и стабильно превышала значения аналогичного показателя на экспериментальном участке, где был проведен комплексный уход. При этом наблюдавшиеся до 10 мая различия в температурном режиме более глубоких слоев почвы (10-20 см) по-прежнему оставались в пользу насаждения, в котором производился комплексный уход.

Таблица 3

Динамика дневной (12 ч) температуры почвы на разной глубине под пологом древостоя 26-летних культур ели

Глубина, см	№ ПП	Температура почвы по датам учета, °С							
		3.05	5.05	8.05	10.05	16.05	3.06	7.06	19.06
5	145Б	3,50	4,00	5,00	8,00	11,50	11,50	9,50	11,50
	145Г	3,50	4,00	4,75	7,75	18,00	18,00	17,50	18,00
10	145Б	4,00	4,50	4,75	8,00	10,50	11,25	9,75	11,00
	145Г	3,50	3,75	4,25	7,25	10,25	10,75	9,50	10,50
15	145Б	4,00	4,00	4,50	7,00	9,50	10,50	9,75	10,75
	145Г	3,50	3,50	4,50	6,50	9,25	10,25	9,50	10,50
20	145Б	4,00	4,00	4,50	6,50	9,00	10,50	10,00	10,75
	145Г	3,00	3,50	4,50	5,75	8,50	9,50	9,00	10,00

Дать объяснение температурной аномалии в верхнем слое почвы контрольного участка (ПП 145Г)

в какой-то мере помогают данные об изменении уровня грунтовых вод в тот же период (табл. 4).

Таблица 4

Динамика дневного (12 ч) уровня залегания грунтовых вод под пологом древостоя 26-летних культур ели

№ ПП	Уровень грунтовых вод по датам учета, см						
	3.05	5.05	8.05	10.05	16.05	3.06	33
145Б	20	15	22	16	31	30	9,50
145Г	26	26	32	27	42	45	45

После разреживания и обрезки ветвей происходит уменьшение массы хвои в древостое, резко снижается транспирация. Это может быть одной из причин различий в глубине залегания грунтовых вод на исследуемых объек-

тах. Чем ниже уровень грунтовых вод, тем быстрее высыхают верхние почвенные горизонты. Последнее способствует быстрому прогреванию почвы. Возможно, различия между вариантами вызваны именно этими факторами.

В период исследования также проводились фенологические наблюдения за развитием ели на опытных участках. Наступление фазы массового распускания хвои фиксируется в промежутки времени между 10 и 16 мая. После чего наблюдается увеличение различий в глубине залегания грунтовых вод на экспериментальных участках. Увеличение массы хвои и ее активный рост, безусловно, усиливали транспирацию. Из-за большого количества почек возобновления на елях, где сучья не обрезались, уровень грунтовых вод там снижался и, возможно, быстрее уменьшалась влажность почвы. По-видимому, этим и можно объяснить резкое повышение температуры верхнего слоя почвы после массового распускания хвои.

Заключение

Изучение изменения экологического режима в лесных культурах под воздействием хозяйственной деятельности имеет важное значение для оценки эффективности лесоводственных мероприятий. На эти процессы влияет множество факторов и зачастую невозможно предуга-

дать их динамику. Для моделирования таких процессов необходим довольно обширный эмпирический материал, которого в литературных источниках недостаточно.

После проведения разреживания и обрезки ветвей изменяется вертикально-фракционная структура фитомассы культур. Однако основная масса хвои 26-летних культур с широкими междурядьями и хорошо освещенными солнечными рядами располагается в средней части кроны, поэтому значительного влияния на характер ассимиляции обрезка ветвей на высоту до 4 м не оказывает.

После проведения вышеуказанных лесоводственных мероприятий дневная температура воздуха повышается на 0,5-1,0 °С, такие же различия наблюдаются по температуре почвы до начала вегетационного периода. После массового распускания хвои температура верхнего слоя почвы в культурах, в которых не проводилась обрезка ветвей и разреживание древостоя, резко возрастает, что, скорее всего, вызвано усилением транспирации, за счет более интенсивного увеличения массы их ассимиляционного аппарата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аникеева, В.А. Методическое пособие по изучению микроклимата лесных биогеоценозов. / В.А. Аникеева, Ф.П. Елизаров, Н.И. Кубрак и др. – Архангельск: АИЛиЛХ, 1983. – 28 с.
2. Антонов, О.И. Выращивание высококачественной древесины как основа рентабельности воспроизводства лесов / О.И. Антонов // Лесное хозяйство. 2010. – № 4. – С. 29-30.
3. Антонов, О.И. Влияние обрезки ветвей на строение крон культур ели / О.И. Антонов // Лесное хозяйство. 1991. – № 2. – С. 28-30.
4. Базилевич, Н.И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах / Н.И. Базилевич, А.А. Титлянова, В.В. Смирнов и др. – М.: Мысль, 1978. – 184 с.
5. Зеленский, Н.Н. Влияние обрезки кроны на рост еловых культур / Н.Н. Зеленский // Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Формирование эталонных насаждений». – Каунас-Гирионис: ЛитНИИЛХ, 1979. – С. 51-59.
6. Извекова, И.М. Влияние обрезки кроны на рост сосны и ели / И.М. Извекова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 1972. – № 4. – С. 7-10.
7. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районирование СССР / С.Ф. Курнаев – М.: 1973. – 202 с.
8. Моисеев, В.С. Таксация молодняков / В.С. Моисеев – Л.: ЛТА, 1971. – 344 с.
9. Полубояринов, О.И. Влияние обрезки сучьев осины на прирост, структуру и некоторые свойства древесины / О.И. Полубояринов, Г.Н. Некрасова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 1977. – № 3. – С. 13-17.

10. Рябоконт, А.П. Влияние обрезки сучьев на форму стволов сосны обыкновенной в культурах различной густоты / А.П. Рябоконт // Сб. «Лесоводство и агролесомелиорация» – Киев: Урожай, 1980. – № 56. – С. 36-41.
11. Старостин, В.А. Обоснование интенсивности обрезки крон ели в культурах / В.А. Старостин, А.Н. Кузнецов, О.И. Антонов и др. // Сб. «Создание высокопродуктивных лесных культур» – Л.: ЛенНИИЛХ, 1988. – С. 65-71.
12. Усольцев, В.А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения / В.А. Усольцев – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 636 с.
13. Терехов, Г.Г. Формирование, рост и биопродуктивность опытных культур ели сибирской на Урале. Исследование системы связей и закономерностей / Г.Г. Терехов, В.А. Усольцев – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 212 с.
14. Чмыр, А.Ф. Структура и экология вторичных лиственных лесов на вырубках и их реконструкция / А.Ф. Чмыр – СПб.: СПбНИИЛХ, 2002. – 234 с.
15. Чмыр, А.Ф. Методология лесоводственных исследований / А.Ф. Чмыр, И.А. Маркова, С.Н. Сеннов – СПб.: СПбГЛТА, 2001. – 96 с.