

УДК 630.237.4 + 630.174.754

В. Н. Луганский, В. А. Щавровский, С. В. Залесов
(Уральская государственная лесотехническая академия)

ДИНАМИКА РАДИАЛЬНЫХ ПРИРОСТОВ У ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ

Анализируется эффективность применения минеральных удобрений в приспевающих сосняках Среднего Урала (сосняке ягодниковом). Эффективность видов и доз удобрений оценивается в зависимости от изменений радиальных приростов как для отдельных, разделенных по крупности деревьев, так и для древостоев в целом. Предложены конкретные рекомендации по использованию минеральных удобрений в приспевающих сосняках Среднего Урала, произрастающих на бурых горно-лесных типичных почвах, отличающихся низким содержанием питательных элементов и кислой реакцией.

Исследования проведены на территории учебного научно-производственного комплексного лесохозяйственного предприятия Уральской государственной лесотехнической академии (УНПКЛП УГЛТА) в Свердловской области. По лесорастительному районированию Б. П. Колесникова (1969) территория УНПКЛП находится в подзоне южной тайги Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной области. Особенности климата Среднего Урала заключаются в оптимальном для хвойных сочетании тепла и влаги. Здесь формируются относительно высокопродуктивные насаждения. На Среднем Урале среднегодовое количество осадков 600 мм, среднегодовая температура воздуха $+1,5^{\circ}\text{C}$, а сумма активных температур больше 10°C достигает 1620. Наибольшее распространение на Среднем Урале имеют подзолистые, дерново-подзолистые, бурые лесные почвы. Именно этими почвами в основном представлен почвенный покров района исследований. Данные почвы характеризуются низким содержанием элементов питания и кислой реакцией, а следовательно, нуждаются в химической мелиорации.

Тип леса опытного участка – сосняк ягодниковый. Почва бурая, горно-лесная типичная, отличается низким содержанием азота и фосфора, монотонностью профиля, слабо подразделяется на горизонты, имеет кислую реакцию. Минеральные удобрения внесены в 1973 г. Количество пробных площадей (ПП) – 17, общий размер участка 6,7 га. Древостой имеет возраст 100 лет, класс бонитета II, полнота 0,8...1,3, запас 360...500 $\text{м}^3/\text{га}$. Состав древостоя 8...10% с варьированием до 2 ед. Е, Б, Лц. Подлесок на пробных площадях представ-

лен рябиной, ивой, липой, шиповником, раkitником русским. Количество подлеска варьируется в пределах 6,9...20,2 тыс. шт. га. Живой напочвенный покров, как более динамичный из совокупности растений нижних ярусов, в значительной мере находится в зависимости от режима питания и освещения. В связи с этим количество встречаемых видов колеблется от 6 до 14. Основными видами являются черника, брусника, костяника, вейник, папоротник.

Радиальные приросты изучались по кернам и выпилам, взятым из модельных деревьев. При этом опытные древостои группировались по классам густоты: I класс — 1100...1450; II класс — 800...1100; III класс — 500...800 шт. га. Деревья подразделялись по относительной крупности, в зависимости от их представительства по ступеням толщины.

Эффективность применения минеральных удобрений в лесу оценивается, в первую очередь, в зависимости от полученного дополнительного прироста древесины. Минеральные удобрения, как правило, оказываются эффективными при условии внесения удобрений в почву в оптимальной дозе и в оптимальные сроки. Вид и доза удобрений определяются в зависимости от содержания элементов питания в почве. В связи с этим динамика приростов тесно связана с плодородием почв и изменением ее с помощью минеральных удобрений. Наибольшая эффективность влияния минеральных удобрений на приросты древесины отмечена на дерново-подзолистых, серых лесных почвах, выщелоченных и оподзоленных черноземах (Ефимов и др., 1984). На почвах со средним плодородием использование минеральных удобрений дает обычно лучшие результаты, конечно, если рост деревьев не лимитируется в значительной мере другими факторами (Валк, 1986). Прирост древесины при использовании удобрений в различных типах леса может увеличиваться на 25...80% (Шумаков, 1971, 1975, 1977; Бузыкин, 1983, 1989; Малюга, 1991 и др.). Полученный дополнительный прирост древесины в отдельных случаях достигает 1,0...2,5 м³/га (Стратонович и др., 1973; Паавилайнен, 1977, 1982; Синькевич и др. 1991 и др.). Дополнительный прирост также зависит от возраста и густоты древостоя, типа леса, режима увлажнения и многих других факторов. Подбор видов, доз, сроков внесения удобрений в различных лесорастительных условиях наиболее важен при достижении максимальной эффективности этого мероприятия.

Полученные данные показали, что при использовании минеральных удобрений в 100-летнем сосняке ягодниковом деревья сосны по-разному отзываются на дополнительное питание. Анализ влияния удобрений на радиальный прирост необходимо проводить с учетом класса роста дерева (Межибовский, 1986). В связи с этим приросты вычислялись у деревьев трех категорий крупности отдельно.

Крупные деревья (табл. 1) показали себя не очень отзывчивыми на азотные удобрения в дозах N_{300} и N_{400} . На данных ПП азотные удобрения увеличили прирост в 1,1 раза. Наибольший прирост здесь наблюдается на 6...9-й год после внесения этих удобрений. Через 12 лет после внесения удобрений крупные деревья значительно снижают свой прирост.

Таблица 1

Динамика радиальных приростов у крупных деревьев сосны в зависимости от вида и дозы удобрений (1 класс густоты – 1100...1450 шт./га), % к контролю

Вид и доза удобрения, кг/га	Прирост по годам, %						Итого за период 1974–1991 гг.
	1974–1976	1977–1979	1979–1982	1983–1985	1986–1988	1989–1991	
P_{300}	73	78	125	105	82	79	90
N_{300}	102	119	122	119	98	101	110
N_{400}	108	127	149	115	91	70	110
$N_{300}P_{100}K_{300}$	124	147	168	131	103	102	130
Контроль	100	100	100	100	100	100	100

Использование в качестве удобрения суперфосфата в дозе P_{300} , также не привело к желаемым результатам. Фосфорные удобрения в данной дозе действуют угнетающе на крупные деревья сосны. Кратковременное увеличение радиального прироста у данных деревьев наблюдается на 6–9-й год после внесения суперфосфата. Средний прирост за 18 лет составил величину 90% от среднего прироста за тот же период на контрольной площади. Полученные данные указывают на неприемлемость использования в качестве удобрений суперфосфата в дозе P_{300} .

Наиболее эффективным оказалось внесение в почву полного минерального удобрения в дозе $N_{300}P_{100}K_{300}$. Крупные деревья сразу отозвались на внесение такого удобрения. Уже на 1...3-й год средний прирост увеличился на 24%. Наилучший прирост зафиксирован в период через 3...9 лет. Средний радиальный прирост за весь период, т. е. за 18 лет, составил 130% по сравнению со средним приростом за тот же период на контрольной площади.

Деревья, объединенные в группу средних, с раннего возраста отставали от крупных в росте и развитии. Именно такие деревья не всегда выдерживали конкуренцию за элементы питания с более крупными сильными экземплярами. Поэтому использование минеральных удобрений в большей степени увеличивает радиальный прирост у деревьев более мелких. Данные по динамике радиального прироста под влиянием минеральных удобрений для средних деревьев приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Динамика радиальных приростов у средних деревьев сосны
в зависимости от вида и дозы удобрений
(1 класс густоты – 1100...1450 шт./га), % к контролю**

Вид и доза удобрения, кг/га	Прирост по годам, %						Итого за период 1974–1991 гг.
	1974–1976	1977–1979	1979–1982	1983–1985	1986–1988	1989–1991	
P_{300}	110	98	124	136	126	109	117
N_{300}	134	156	154	141	116	108	135
N_{400}	130	143	174	151	122	117	140
$N_{300}P_{100}K_{300}$	119	134	124	103	101	102	114
Контроль	100	100	100	100	100	100	100

Внесение минеральных удобрений различных видов и доз активизировало радиальный прирост деревьев во всех вариантах. Внесение полного удобрения в дозе $N_{300}P_{100}K_{300}$ и P_{300} увеличивает прирост в среднем за период опыта (т. е. 18 лет) в 1,1...1,2 раза. На этих пробных площадях отмечено кратковременное увеличение приростов. В первом случае пик прироста приходится на 3...6-й год, во втором – на 9...12-й год после внесения удобрений.

Деревья сосны средней категории крупности показали себя особенно отзывчивыми на дополнительное азотное питание. Внесение азотных удобрений в дозах N_{300} и N_{400} увеличивают их прирост в 1,3...1,4 раза. Повышение прироста у средних деревьев зафиксировано уже на 1...3-й год после внесения удобрений. При использовании мочевины в дозе N_{300} пик радиального прироста отмечен через 3...6 лет после поступления дополнительного количества азота. В варианте с увеличением дозы до N_{400} максимум прироста смещается на период 6...9 лет после внесения удобрений. Азотные удобрения в более высоких дозах обеспечивают больший срок действия, чем аналогичные удобрения меньших доз (см. табл. 2). Средний прирост на ПП с использованием N_{300} и N_{400} за весь период составил величины 135 и 140% соответственно в сравнении с приростом на контрольной ПП. Таким образом, азотные удобрения в дозах N_{300} , N_{400} наиболее эффективны для деревьев данной крупности.

Тонкие деревья также отличаются тем, что не способны конкурировать с более развитыми экземплярами за элементы питания, когда они находятся в явном дефиците. Изменения приростов у тонких деревьев под воздействием удобрений отражены в табл. 3.

Тонкие деревья отозвались на внесение удобрений аналогично деревьям средней категории крупности. Внесение в качестве удобрений суперфосфата в дозе P_{300} и полного удобрения в дозе

$N_{300}P_{100}K_{300}$ увеличили средний прирост за весь опытный период (18 лет) в 1,1...1,2 раза. Максимальный прирост относится на период 3...6 лет после внесения удобрений. При применении полного удобрения в этой дозе через 9 лет отмечается значительное снижение прироста у тонких деревьев. В этом случае срок действия полного удобрения ограничен 12 годами. Суперфосфат в дозе P_{300} незначительно увеличивает радиальный прирост. При этом увеличение и снижение величины прироста носит плавный характер.

Таблица 3

Динамика радиальных приростов у тонких деревьев сосны
в зависимости от вида и дозы удобрений
(1 класс густоты – 1100...1450 шт./га), % к контролю

Вид и доза удобрения, кг/га	Прирост по годам, %						Итого за период 1974–1991 гг.
	1974–1976	1977–1979	1979–1982	1983–1985	1986–1988	1989–1991	
P_{300}	113	127	118	116	112	107	117
N_{300}	132	167	162	127	103	102	132
N_{400}	133	170	178	156	119	108	144
$N_{300}P_{100}K_{300}$	123	145	132	104	89	90	114
Контроль	100	100	100	100	100	100	100

Для деревьев, отнесенных к тонким, наиболее эффективными оказались также азотные удобрения в дозах N_{300} и N_{400} . Использование мочевины в дозе N_{300} увеличивает средний прирост у тонких деревьев на 32%. Пик прироста зафиксирован в период 3...6 лет после внесения удобрений. Через 12...15 лет уровень прироста становится по величине практически таким же, как и на контрольной пробной площади. Увеличение дозы азота до N_{400} повышает средний прирост за весь период на 44% по сравнению с контролем.

Таким образом, абсолютный максимум для всех категорий крупности 100-летних деревьев сосны отмечен на 6...9-й год при внесении дозы N_{300} и составляет величину 178% по сравнению со средним приростом деревьев на контрольной пробной площади. Даже через 12...18 лет прирост у тонких деревьев выше в 1,1...1,2 раза, что указывает на очень большой срок действия азотного удобрения высокой дозы в данных условиях. Кроме дозы N_{300} , эффективной признается и доза N_{400} . Наши данные подтверждают мнения ряда авторов (Мухамедшин и др., 1986) о максимальной эффективности высоких доз азота в спелых сосняках.

Зависимость средних приростов от видов и доз представлена на рис. 1. При рассмотрении данного рисунка видно, что увеличение

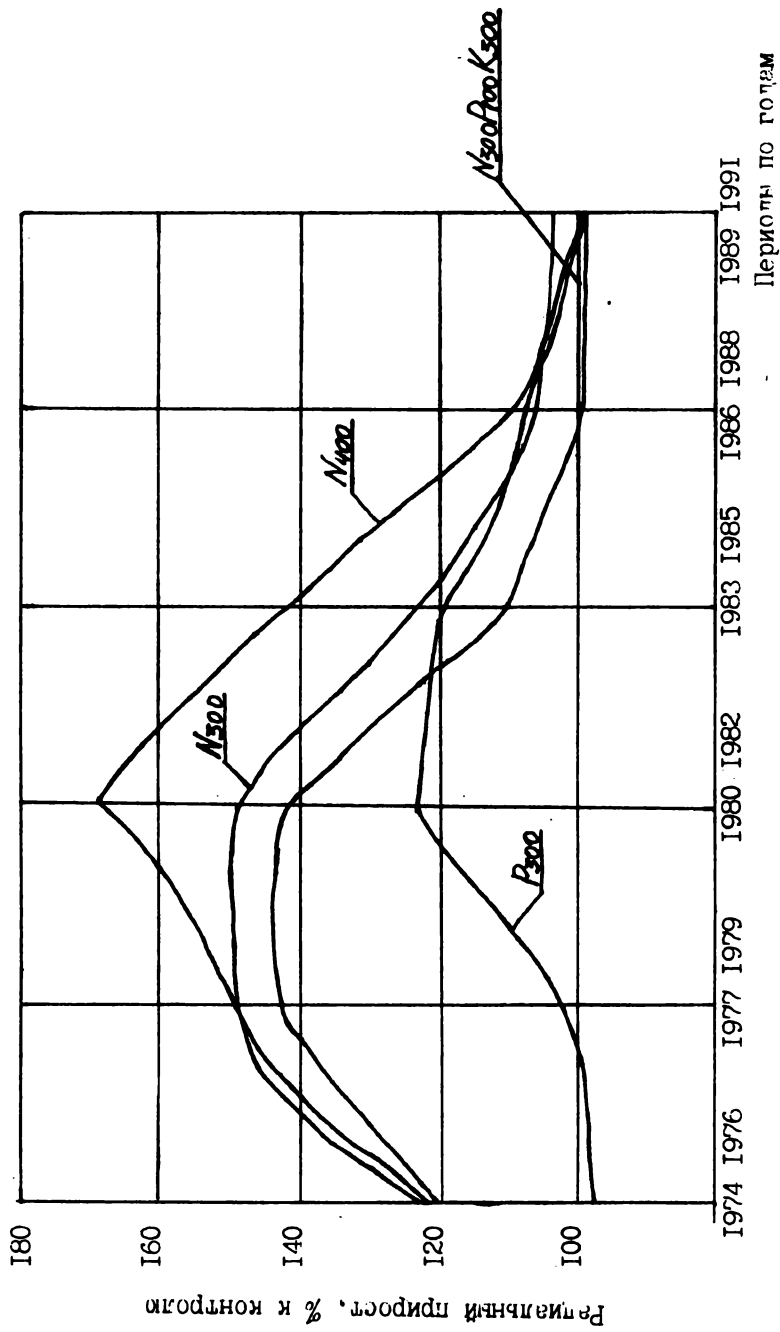


Рис. 1. Зависимость радикального прироста от вида и дозы удобрений

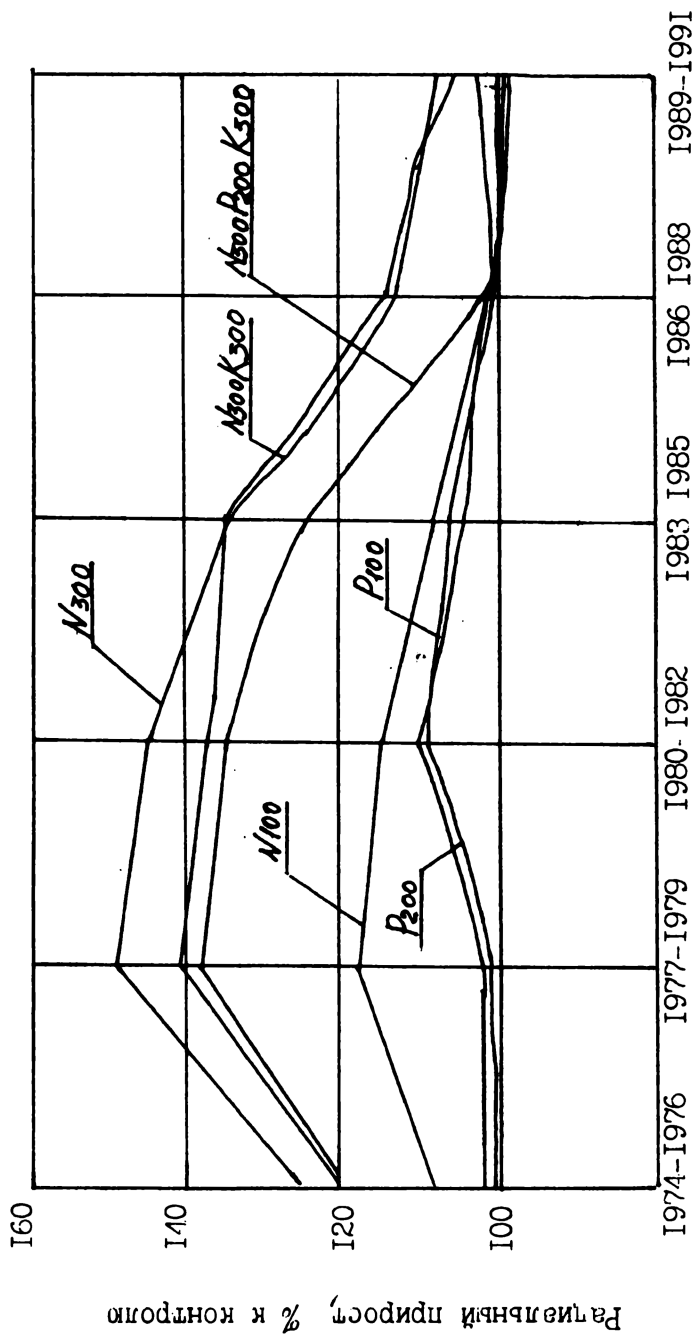


Рис. 2. Зависимость средних радиальных приростов по трехлетним периодам у 100-летних деревьев сосны от видов и доз удобрений (при густоте 500-800 экз./Га)

дозы азота до 400 кг/га передвигает пик увеличения прироста на 6...9-й год после внесения удобрений. В условиях 100-летнего сосняка ягодникового, произрастающего на бурых лесных почвах, выявлена наибольшая нуждаемость деревьев сосны в дополнительном азотном питании. Более тонкие деревья лучше отзываются на удобрения, в частности на азотные. Высокие дозы азота выглядят предпочтительнее, а длительность их действия больше. Азотные удобрения стимулируют рост деревьев во всех лесорастительных условиях, кроме самых богатых (Паавилайнен, 1983). Длительность действия удобрений на приросты, как видно из рис. 1, составляет 15...18 лет. Полные удобрения дают значительное увеличение радиальных приростов у деревьев сосны, но с точки зрения экономической целесообразности менее эффективны. Внесение полного удобрения в большинстве случаев нерентабельно (Паршевников, Бахвалов, Серый, 1986). Таким образом, полученные данные свидетельствуют о необходимости применения азотных удобрений в дозах N_{300} и N_{400} в условиях сосняка ягодникового, а следовательно, и мы рекомендуем эти удобрения к внесению под полог древостоя за 10...15 лет до главной рубки.

При меньшей густоте древостоя сосны (III класс густоты — 500...800 деревьев на 1 га) минеральные удобрения также оказывают положительное влияние на радиальные приросты деревьев. Наиболее отзывчивы на дополнительное питание оказались тонкие и средние деревья. Крупные деревья при снижении общей густоты древостоя проявляют себя еще более инертными, чем в более густых древостоях. Каких-либо значительных увеличений прироста у данной категории деревьев не наблюдается. По нашему мнению, это объясняется наличием достаточно благоприятных условий роста и развития для крупных и сильных деревьев. В данном случае густота не является лимитирующим фактором для крупных деревьев, а тонкие деревья не являются для них большими конкурентами. В связи с аналогичным действием удобрений на деревья различной категории крупности в древостоях с густотой 500...800 деревьев на 1 га в нашей работе приводятся лишь средние показатели радиальных приростов (рис. 2). Наиболее эффективными показали себя азотное в дозе N_{300} и азотно-калийное в дозе $N_{300}K_{300}$ удобрения. Внесение этих удобрений увеличивает средний радиальный прирост за весь период наблюдений до 129 и 125% по сравнению со средним радиальным приростом на контрольной ПП.

Влияние минеральных удобрений прослеживается уже на следующий год после их внесения. Наибольший прирост в обоих вариантах наблюдается на 4...6-й год после поступления дополнительного количества элементов питания. Длительность действия удобрения составляет 18 лет. При этом через 13 лет происходит резкое падение прироста во всех вариантах с использованием удобрений.

Как видно из рис. 1 и 2, снижение густоты древостоев увеличивает эффективность использования минеральных удобрений. Этот момент подтверждает очень высокую эффективность применения удобрений и рубок ухода в древостоях высокой густоты, выявленную М. А. Клиновым, В. С. Федуловым (1990). При этом неизменным условием является правильный подбор вида, дозы и срока внесения удобрений. Полученные данные свидетельствуют о желательности использования удобрений азотных в дозе N_{300} и азотно-калийных в дозе $N_{300}K_{300}$ в старшевозрастных молодняках приспевающих сосняках ягодниковых, произрастающих на бурых горнолесных почвах. В более густых древостоях целесообразно вносить удобрения вместе с проведением рубок ухода. Увеличение отпада при использовании различных удобрений не всегда может в полной мере заменить такой эффективный лесоводственный прием, как проходные рубки.

Постоянно повышающийся спрос на древесину и древесную продукцию обуславливает возрастание объема лесозаготовок. Снижение доли спелых и перестойных насаждений в лесопокрытой площади ведет к истощению лесосырьевых ресурсов. Возникает потребность в повышении продуктивности лесов, где главная роль должна принадлежать рубкам ухода с одновременным использованием минеральных удобрений.

До 60...70% лесопокрытой площади сосновых лесов нуждаются в дополнительном внесении в почву питательных элементов. Сюда относятся насаждения брусничной, зеленомошной, разнотравной, липняковой групп типов леса (согласно группировке Исаевой, Луганского, 1980). Не рекомендуется внесение удобрений в насаждения типов леса с явно недостаточным и избыточным увлажнением.

В целях повышения продуктивности древостоев на бурых горнолесных почвах необходимо применять азотные удобрения в дозах 300...400 кг д. в./га за 10...15 лет до возраста главной рубки. Данное мероприятие позволяет получить дополнительный прирост в объеме 20...30% от запаса. В густых древостоях целесообразнее сочетать внесение удобрений с рубками ухода средней интенсивности.

ЛИТЕРАТУРА

Борисевич Д. В. Рельеф и геологическое строение // Урал и Приуралье. М., 1968.

Бузыкин А. И. Возможности повышения продуктивности лесов. Новосибирск, 1989. С. 119–128.

Валк У. А. Опыты по удобрению насаждений в Эстонской ССР // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве: Тез. докл. всесоюз. совещ. Архангельск, 1986. С. 5–6.

Малюга Ю. Е. Применение минеральных удобрений – путь к

усилению защитных функций лесных насаждений на склоновых землях // Лесопользование в лесах различных категорий защитности. М., 1991. С. 114–116.

Паавилайнен Э. Применение минеральных удобрений в лесу. — М.: Лесная промышленность, 1983. 92 с.

Победов В. С., Шиманский П. С., Волчков В. Е. Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве. М.: ЦБНТИ, 1977. 34 с.

Синькевич А. А., Синькевич С. М. Влияние комплексного ухода в двухъярусных лиственнично-еловых насаждениях на прирост ели // Материалы отчетной сессии по итогам научно-исследовательских работ за 1990 г. Архангельск, 1991. С. 54–55.

Справочник по применению удобрений в лесном хозяйстве / Победов В. С., Шиманский П. С., Булавик И. М. и др. М.: Агропромиздат, 1986. 175 с.

Стратонович А. И. Минеральные удобрения в культурах и естественных насаждениях северо-запада таежной зоны // Лесное хозяйство. 1972. № 1. С. 27–32.

Фирсова В. П. Почвы таежной зоны Урала и Зауралья. М.: Наука, 1977. 176 с.

Шумаков В. С. Применение минеральных удобрений в лесу (обзор). М.: ЦБНТИлесхоз, 1971. 20 с.

Шумаков В. С. Применение минеральных удобрений в лесах СССР // Лесное хозяйство. 1975. № 10. С. 37–40.

Шумаков В. С. Повышение производительности лесов с помощью удобрений // Повышение продуктивности лесов лесоводственными приемами. М., 1977. С. 45–58.