



DOI: 10.21178/2079–6080.2025.4.20
УДК 630.231:630.232:630.241

Лесоводственная и экономическая оценка способа инъекции гербицидов в стволы деревьев лиственных пород

© А.Б. Егоров, А.М. Постников, А.А. Бубнов, Л.Н. Павлюченкова

Silvicultural and economic assessment of the method of injecting herbicides into the trunks of deciduous trees

A.B. Egorov, A.M. Postnikov, A.A. Bubnov, L.N. Pavluchenkova (Saint Petersburg Forestry Research Institute)

There is a problem of accumulation of large areas of mixed stands, in which conifers are in a highly depressed state in the second tier. This is most often the result of untimely and poor-quality forestry maintenance. For the formation of coniferous stands with a low proportion of hardwoods, it is necessary to adjust the species composition and density of such plantations. Traditional logging operations (cleaning, thinning) require significant labor and financial costs, which limits their use. The most promising option for eliminating unwanted hardwoods is the method of injecting herbicides into tree trunks. Its main advantages are high efficiency, selectivity, low costs and environmental safety. This paper presents the results of two years of production experience, as well as evaluates the forestry and economic efficiency of this method of caring for young animals.

Based on the analysis of domestic and foreign literature on the issue under consideration, the most promising modern herbicides tornado (360 g/l glyphosate in the form of isopropylamine salt) and arbonal (250 g/l imazapyr) were selected for research. These preparations have a systemic effect, are low-toxic to warm-blooded animals and other environmental objects, and belong to the WHO hazard class III. In field experiments, both pure preparations and their mixtures were used. The economic efficiency of the method was evaluated in comparison with traditional care felling, which involves cutting down trees of undesirable species using a brushcutter. The assessment of forestry efficiency was carried out by comparing the height and growth of spruce crops in treated and untreated (control) areas before and after treatment. The research results have confirmed the high efficiency of the method of injecting herbicides into the trunks of hardwood trees.

Keywords: injections, herbicides, aspen, gray alder, birch, willow, efficiency, chemical care

Лесоводственная и экономическая оценка способа инъекции гербицидов в стволы деревьев лиственных пород

А.Б. Егоров, А.М. Постников, А.А. Бубнов, Л.Н. Павлюченкова

Существует проблема накопления больших площадей смешанных древостоев, в которых хвойные породы находятся во втором ярусе в сильно угнетенном состоянии. Наиболее часто это является результатом несвоевременного и некачественного проведения лесоводственных уходов. Для формирования хвойных древостоев с невысокой долей лиственных пород требуется корректировка видового состава и густоты таких насаждений. Традиционные рубки ухода (прочистки, прореживания) требуют значительных трудовых и финансовых затрат, что ограничивает их применение. Наиболее перспективным вариантом устранения нежелательных лиственных пород является метод инъекций гербицидов в стволы деревьев. Его главные преимущества – высокая результативность, избирательность, небольшие затраты и экологическая безопасность. В данной работе приводятся результаты двухлетнего производственного опыта, а также оценивается лесоводственная и экономическая эффективность этого способа ухода за молодняками.

На основании анализа отечественной и зарубежной литературы, посвященной рассматриваемому вопросу, для исследований были отобраны наиболее перспективные современные гербициды торнадо (360 г/л глифосата в виде изопропиламинной соли) и арбонал (250 г/л имазапира). Эти препараты обладают системным действием, малотоксичны для теплокровных животных и других объектов окружающей среды и относятся к III классу опасности по классификации ВОЗ. В полевых опытах применялись как препараты в чистом виде, так и их смеси. Экономическая эффективность способа оценивалась в сравнении с традиционными рубками ухода, предусматривающими спиливание деревьев нежелательных пород при помощи кустореза. Оценка лесоводственной эффективности проводилась путем сравнения высоты и прироста культур ели на обработанных и необработанных (контрольных) участках до и после проведения обработки. Результаты исследований подтвердили высокую эффективность способа инъекции гербицидов в стволы деревьев лиственных пород.

Ключевые слова: инъекции, гербициды, осина, ольха серая, береза, ива, эффективность, химический уход

Егоров Александр Борисович – начальник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, д-р с.-х. наук

E-mail: chemistry@spb-niilh.ru

Постников Антон Михайлович – старший научный сотрудник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, канд. с.-х. наук

E-mail: a.postnikov@spb-niilh.ru

Бубнов Александр Анисимович – ведущий научный сотрудник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, канд. с.-х. наук

E-mail a.bubnov@spb-niilh.ru

Павлюченкова Лидия Николаевна – старший научный сотрудник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, канд. с.-х. наук

E-mail l.pavlyuchenkova@spb-niilh.ru

ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»

194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., 21

Телефон: (812) 552–80–16

E-mail: mail@spb-niilh.ru

Введение

Одной из основных причин низкой эффективности искусственного и естественного лесовосстановления является недостаточное количество и качество проводимых уходов [4, 6–8]. Неудовлетворительное состояние лесных культур на европейском севере РФ, где их площадь в возрасте 30 лет составляла около 4 млн га, отмечалось еще в 70–80-х годах прошлого столетия [7]. Значительная часть их была угнетена лиственными породами, а для проведения уходов не выделялось необходимых средств. Н.П. Калининченко с соавторами [4] показал, что вследствие неудовлетворительных уходов к 10-летнему возрасту гибнет не менее 25 % лесных культур. По данным Г.И. Редько и Н.А. Бабича, в Архангельской области из-за низкого качества лесовосстановления площади с преобладанием сосны за период 1914–1988 гг. сократились с 45 до 27 % [7]. В Вологодской области площади, покрытые хвойными породами, уменьшились на 30 %, а 63 % вырубок хвойных древостоев возобновились лиственными породами. В настоящее время ситуация не изменилась к лучшему. В лесной зоне накоплены большие площади смешанных древостоев различного происхождения (культуры, естественные насаждения), требующие кардинального регулирования состава и густоты. Как правило, хвойные породы в таких насаждениях находятся во втором ярусе и в сильной степени угнетены лиственными породами [9, 11].

Различные способы лесоводственных уходов, основанные на механическом устранении нежелательной растительности (срезание, рубка), не в полной мере соответствуют лесоводственным требованиям, предъявляемым к ним. Основные причины – недостаточная эффективность, короткий период защитного действия, высокая трудоемкость при ручных способах и низкая избирательность при механических.

Хорошей альтернативой механическим уходам является химический метод. Одним из способов устранения нежелательной ра-

стительности является инъекция химических веществ в стволы деревьев. Инъекции в стволы применяют в насаждениях, начиная со стадии жердняка и заканчивая спелыми древостоями, поступающими в рубку. Способ инъекций широко распространен во многих зарубежных странах – США, Канаде, Австралии [14–16].

Применение способа инъекции обеспечивает существенное повышение лесоводственной эффективности и многократное снижение финансовых затрат. Кроме того, за счет применения низких доз гербицидов и введения их непосредственно в ствол дерева значительно повышается экологическая безопасность по сравнению с применением гербицидов способом опрыскивания. Исследования подтверждают, что инъекции в смешанных молодняках приводят к увеличению прироста хвойных в 1,5–2 раза через 5 лет и более чем вдвое – через 10 лет, по сравнению с контролем [3].

Изучение эффективности регулирования состава и густоты смешанных хвойно-лиственных древостоев в фазе жердняка показало, что через 4 года после проведения инъекций отмирало 98 % обработанных деревьев лиственных пород, не образуя поросли. Ель, находившаяся под пологом лиственных пород, резко увеличивала прирост по высоте – более чем в 3 раза по сравнению с контрольными вариантами [1]. Высокая лесоводственная и экономическая эффективность способа инъекции также подтверждается и многими другими исследованиями [2, 12, 13].

Цель проведенного нами исследования заключалась в оценке эффективности химического способа по сравнению с традиционными приемами ухода за смешанными насаждениями с применением механического удаления нежелательной древесной растительности.

Методика и объекты исследований

Полевые исследования проводились на территории Гатчинского районного лесниче-

ства Ленинградской области, расположенного в Балтийско-Белозерском таёжном районе.

Тип лесорастительных условий участка – кисличный. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса в горизонте А1 2,7 %. Условия дренированные.

Травяной покров состоял из однодольных, споровых и двудольных видов с преобладанием последних.

Древесно-кустарниковая растительность представлена елью европейской (*Picea abies* (L.) Н. Karst.), ивой, виды (*Salix* spp.), осинкой (*Populus tremula* L.), берёзой, виды (*Betula* spp.), ольхой серой (*Alnus incana* (L.) Moench), рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.).

Производственный опыт был заложен в двухъярусном древостое, сформировавшемся на сплошной вырубке 17-летней давности, на которой в 2010 году были высажены лесные культуры ели. Их густота в 2024 году составляла 1600 шт./га. Состав I яруса: 4Ив3Ос2Б1Олс, II яруса – 10Е. Ель находилась в сильно угнетённом состоянии под сомкнутым пологом лиственных пород.

Методика закладки опыта основывалась на «Методических указаниях по регистрационным испытаниям гербицидов...» [5].

Для исследований были отобраны наиболее перспективные современные гербициды торнадо (360 г/л глифосата в виде изопропил-аминной соли) и арбонал (250 г/л имазапира). Это препараты системного действия, малотоксичные для теплокровных животных и других объектов окружающей среды, относящиеся к III классу опасности по классифика-

ции ВОЗ. В полевых опытах применялись как препараты в чистом виде, так и их смеси.

Инъекции в стволы деревьев нежелательных пород проводили с применением аккумуляторной дрели и инжектора / медицинского шприца. Гербициды вводили в предварительно сделанное под углом 45 градусов с помощью дрели отверстие диаметром 10 мм и глубиной 20 мм. Диаметр деревьев составлял 6–18 см. При толщине дерева более 12 см делали два отверстия. В каждое вводили по 1 мл раствора гербицида. До 1 мл объём раствора доводился с помощью смешивания препаратов с водой.

Всего в производственном опыте было обработано 825 деревьев. Общая площадь опыта составила 0,15 га. Опыт заложен 6 августа 2024 года, схема опыта: вариант 1 – торнадо, 0,20 мл/дерево; вариант 2 – арбонал, 0,08 мл/дерево; вариант 3 – торнадо, 0,25 мл/дерево + арбонал, 0,06 мл/дерево. Контролем служили необработанные деревья осины, ольхи серой, березы и ивы.

Для оценки эффективности способа инъекций гербицидов фиксировались два показателя: процент количество (%) хлорированных и отмерших листьев у сохранивших жизнеспособность деревьев и доля полностью погибших экземпляров от общего числа обработанных растений. Учеты в опыте проводили в течение двух вегетационных сезонов.

Результаты исследований

Данные, характеризующие действие гербицидов на лиственные породы, полученные при проведении учетов, представлены в таблице 1.

Таблица 1
Действие гербицидов на лиственные породы в опыте 1 (обработка 06.08.2024)

Вариант опыта	Дата учёта	Отмирание листьев, %				Отмирание деревьев, %			
		Ос	Ол	Б	Ив	Ос	Ол	Б	Ив
1. Торнадо, 0,20 мл/дерево	28.08.2024	31,2	5,3	60,3	10,3	5	0	18	0
	18.06.2025	100	100	99,1	96,5	100	100	98	98
	13.08.2025	100	100	99,4	100	100	100	98	100

Вариант опыта	Дата учёта	Отмирание листьев, %				Отмирание деревьев, %			
		Ос	Ол	Б	Ив	Ос	Ол	Б	Ив
	28.08.2024	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Арбонал, 0,08 мл/дерево	18.06.2025	93,3	100	99,4	99,3	90	100	98	98
	13.08.2025	100	100	100	100	100	100	100	100
3. Торнадо, 0,25 мл/дерево + арбонал, 0,06 мл/дерево	28.08.2024	46,1	8,1	85,0	18,9	14	0	76	0
	18.06.2025	99,4	99,8	100	99,2	98	99	100	99
	13.08.2025	100	100	100	99,4	100	100	100	99

Через 22 дня после проведения обработки в варианте 2 (арбонал, 0,08 мл/дерево) не зафиксировано арборицидного действия ни на одну из древесных пород.

К этому сроку наиболее высокая эффективность подавления осины отмечалась в варианте 3 (торнадо, 0,25 мл/дерево + арбонал, 0,6 мл/дерево), где отмерло 46,1 % листьев и 14 % деревьев. Более медленно действие гербицида начало проявляться в варианте 1 (торнадо, 0,20 мл/дерево) – отмерло 31,2 % листьев и 5 % деревьев.

На ольху серую гербициды во всех вариантах их применения подействовали наиболее слабо по сравнению с их действием на остальные древесные породы. В варианте 1 отмерло чуть более 5 % листьев, а в варианте 3 – около 8 %. Отмерших деревьев не зафиксировано ни в одном из вариантов.

Береза оказалась наиболее чувствительной к гербицидам породой. Так, в варианте 3 уже через 22 дня после проведения обработки полностью отмерло 76 % деревьев и 85 % листьев. Значительно более низкая эффективность зафиксирована в варианте 1, где отмерло 18 % деревьев и 60,3 % листьев.

Отмерших деревьев ивы не отмечено ни в одном из опытных вариантов. Несколько более высокая доля отмерших листьев, по сравнению с вариантом 1, наблюдалась в варианте 3 – 18,9 % и 10,3 % соответственно.

По результатам учета, проведенного через год, 13 августа 2025 года, было отмечено достижение максимальных показателей эффективности действия на все листовые древесные породы.

Осина и ольха серая во всех вариантах опыта полностью погибли. Береза оказалась полностью подавленной в вариантах 2 и 3, в варианте 1 эффективность составила 98 %. Полное отмирание всех обработанных деревьев ивы наблюдалось в вариантах 1 и 2. В варианте 3 эффективность составила 99 %.

По результатам анализа экспериментальных данных установлена высокая эффективность действия гербицида торнадо и его смеси с препаратом арбонал на осину и березу. Арбонал в отдельности действовал несколько медленнее, однако, ко второму вегетационному сезону после проведения обработки он оказался очень эффективен по действию на все четыре древесные породы. По результатам полевых исследований установлено, что возможно эффективное подавление нежелательных листовых пород при использовании гербицидов в значительно более низких дозах по сравнению с регламентами, приведенными в «Государственном каталоге...» [10]. Применение смесей гербицидов с низкими дозами данных препаратов позволяет эффективно подавлять все основные нежелательные листовые породы, распространенные в таежной зоне.

Для оценки лесоводственной эффективности способа инъекций гербицидов в стволы деревьев листовых пород в августе 2025 года в производственных опытах и в контрольных секциях была проведена таксация лесных культур ели. Установлено, что уже через год после проведения химического ухода проявляется его положительное влияние на рост ели (табл. 2).

Таблица 2

Лесоводственная эффективность химического ухода
в производственных опытах (учеты в августе 2025 г.)

Вариант опыта	Биометрические показатели в разные годы учета					
	2025 год			2024 год		2023 год
	Диаметр, см	Прирост в высоту, см	Высота, см	Прирост в высоту, см	Высота, см	Высота, см
Химический уход	2,7 ± 0,11	30,5 ± 2,14	251,5 ± 7,80	22,9 ± 1,40	221,0 ± 6,78	198,1 ± 6,24
Контроль	2,5 ± 0,08	16,3 ± 1,17	244,2 ± 7,92	22,9 ± 1,84	227,9 ± 7,18	205,0 ± 6,19

Наиболее значимый эффект наблюдался в увеличении прироста в высоту: в 2025 году он составил 30,5 см, что почти в 1,9 раза выше, чем на контрольном участке (16,3 см). При этом в предыдущем, 2024 году, прирост был одинаков в обоих вариантах (22,9 см), что указывает на то, что влияние ухода проявилось уже через год после обработки. Что касается общей высоты деревьев, здесь динамика особенно интересна: до проведения ухода, в 2023 и 2024 годах, деревья контрольной группы были выше (205,0 см и 227,9 см против 198,1 см и 221,0 см соответственно). Однако благодаря мощному приросту 2025 года, обеспеченному проведением химического ухода, культуры ели в опыте не только компенсировали отставание, но и превзошли контрольные показатели по итоговой высоте – 251,5 см против 244,2 см.

Таким образом, проведение химического ухода доказало свою эффективность, стимулируя ускоренный рост древостоя и обеспечивая его выход в лидеры по ключевым таксационным показателям. Известно, что хвойные породы при проведении уходов в смешанных древостоях обычно начинают наиболее интенсивно «откликаться» на его проведение на второй и последующие годы. Вполне обоснованно можно рассчитывать на значительное увеличение темпов роста культур ели в опытных вариантах в ближайшие годы.

Экономические показатели способа инъекции гербицидов в стволы деревьев лиственных пород рассчитывались на основе данных, полученных в ходе полевого производственного опыта. Были учтены фактические трудозатраты на проведение инъекций и стоимость гербицидов. Средние цены на препараты в 2025 г. составляли: торнадо, ВР (360 г/л глифосата) – 1100 руб./л; арбонал, ВК (250 г/л имзапира) – 3200 руб./л.

Экономический анализ проводился с учетом частичного удаления лиственных пород, что предусмотрено также и в базовой технологии. Важно подчеркнуть, что при сравнении с традиционными рубками ухода в расчет брались исключительно затраты на спиливание деревьев. Операции по сбору, переноске и укладке порубочных остатков не учитывались, хотя их включение существенно увеличило бы итоговые трудовые и финансовые затраты механического способа. Базовая технология предполагала спиливание 100 скл м³ с применением кустореза «Штиль», использовались нормативы трудозатрат для рубок ухода из приказа Федеральной службы лесного хозяйства РФ № 148 от 15.07.1999.

Проведенное сравнение показало, что метод инъекций позволяет сократить трудозатраты в 7,8 раза. Суммарная стоимость устранения 100 скл. м³ нежелательных деревьев с гектара с применением рекомендованных доз гербицидов оказалась ниже в 6–8,2 раза (табл. 3).

Таблица 3

Показатели экономической эффективности технологии инъекции гербицидов по сравнению с базовой

Вид работ	Объём на 1 га	Оборудование	Норма выработки, скл. м ³ /см.	Потребное количество		Итого затрат, р.
				чел./дн.	маш./см.	
Спиливание деревьев, скл. м ³	100	Кусторез «Штиль»	38,7	2,58	2,58	6600
Инъекции гербицидов, скл. м ³	100	Дрель, иньектор	300	0,33	—	800–1100

Кроме того, в смешанных насаждениях использование кустореза часто бывает невозможно из-за присутствия деревьев со стволами значительной толщины, для устранения которых требуется применение бензопилы. Это неизбежно ведет к существенному росту трудоемкости и стоимости работ.

Технология инъекций гербицидов в стволы лиственных деревьев в фазе жердняка обладает бесспорными экономическими преимуществами, значительно снижая как уровень трудозатрат, так общие финансовые расходы.

Заключение

Через год после проведения обработки все варианты производственного опыта показали очень высокую степень подавления лиственных древесных пород. В большинстве вариантов по всем четырем породам зафиксирована 100 %-ная эффективность. В остальных вариантах доля отмерших деревьев составляла 98–99 %, что является очень высоким показателем.

По результатам полевых исследований установлено, что возможно эффективное подавление нежелательных лиственных пород при использовании испытанных гербицидов в значительно более низких дозах по сравнению с действующими регламентами, приведенными в «Государственном каталоге...». Применение смесей гербицидов с низкими

дозами препаратов позволяет эффективно подавлять все основные нежелательные лиственные породы, распространенные в таежной зоне.

В ходе оценки лесоводственной эффективности установлено, что уже через год после проведения ухода проявляется его положительное влияние на рост ели. Применение химического ухода доказало свою эффективность, стимулируя ускоренный рост целевой породы и обеспечивая ее выход в лидеры по ключевым таксационным показателям.

В ходе оценки экономической эффективности установлено, что метод инъекций позволяет сократить объем трудозатрат в 7,8 раза относительно механического ухода по сравнению с традиционными (базовыми) технологиями ухода. Затраты на заработную плату при этом также снижаются в 7,8 раза. Суммарная стоимость устранения 100 скл. м³ нежелательных деревьев с гектара с применением рекомендованных доз гербицидов оказалась ниже в 6–8,2 раза.

Таким образом, технология инъекций гербицидов в стволы лиственных деревьев в фазе жердняка обладает бесспорными экономическими преимуществами, значительно снижая как уровень трудозатрат, так общие финансовые расходы.

Финансирование исследования осуществлялось Федеральным агентством лесного хозяйства по государственному заданию ФБУ «СПбНИИЛХ» № 053–00006–22–00 от 23.12.2021.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егоров, А.Б. Лесоводственно-технологические основы лесовосстановления с применением химического метода в условиях европейской части таёжной зоны России : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Егоров Александр Борисович. – СПб., 2002. – 46 с.
2. Жигунов, А.В. Воспроизводство хозяйственно ценных пород с применением химического метода : учебное пособие / А.В. Жигунов, А.Б. Егоров. – СПб. : СПбЛТА : СПбНИИЛХ, 2001. – 40 с.
3. Ильин, В.П. Реконструкция двухъярусного осиново-елового древостоя посредством химической подсушки осины / В.П. Ильин, Е.Е. Подшиваев // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2014. – № 38. – С. 82–85.
4. Калиниченко, А.И. Лесовосстановление на вырубках / А.И. Калиниченко, А.И. Писаренко, Н.А. Смирнов. – М. : Экология, 1991. – 382 с.
5. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко : М-во сельского хозяйства Российской Федерации, Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений. – СПб. : ВИЗР, 2013. – 280 с.
6. Писаренко, А.И. Создание искусственных лесов // А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко. – М. : Агропромиздат, 1990. – 270 с.
7. Редько, Г.И. Лесовосстановление на европейском севере России / Г.И. Редько, Н.А. Бабич. – Архангельск : Северо-Западное книжное издательство, 1994. – 188 с.
8. Родин, А.Р. Культуры ели на вырубках / А.Р. Родин. – М. : Лесная промышленность, 1977. – 168 с.
9. Соколов, А.И. Лесовосстановление на вырубках северо-запада России / А.И. Соколов. – Петрозаводск : Карельский научный центр Российской академии наук, 2006. – 215 с.
10. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2021 г. : приложение к журналу «Защита и карантин растений», № 4. М. : Колос, 2021. – 815 с.
11. Федорчук, В.Н. Лесные экосистемы северо-западных районов России: Типология, динамика, хозяйственные особенности / В.Н. Федорчук, В.Ю. Нешатаев, М.Л. Кузнецова. – СПб. : СПбНИИЛХ, 2005. – 382 с.
12. Шутов, И.В. Арборициды в лесном хозяйстве / И.В. Шутов, А.Н. Мартынов. – М. : Лесная промышленность, 1974. – 168 с.
13. Шутов, И.В. Применение арборицидов в лесу / И.В. Шутов, А.Н. Мартынов. – М. : Лесная промышленность, 1982. – 207 с.
14. Gampbell, T.E. Hardwood topkill by four herbicides injected at wide spacings / T.E. Gampbell // Southern Journal of Applied Forestry. – 1985. – Vol. 9, № 2. – P. 99–102.
15. Jacobs, G.A. Control of poplar box with stem injections of hexazinone / G.A. Jacobs, R.C. Davis // Proceedings of the seventh Australian Weed Conference. – 1984. – Vol. 1. – P. 255–260.
16. Michael, J.L. Hardwood control by injection with two hew chemicals / J.L. Michael // Proceedings of the Southern Weed Science Society. – 1985. – Vol. 38. – P. 164–167.

REFERENCES

1. Egorov A.B. Silvicultural and technological principles of reforestation using chemical methods in the conditions of the European part of the taiga zone of Russia. Extended abstract of Doctor's thesis. Egorov Aleksandr Borisovich. Saint Petersburg, 2002, 46 p. (In Russian).
2. Zhigunov A.V., Egorov A.B. Reproduction of economically valuable species using the chemical method. A tutorial. St. Petersburg, SPbLTA, St. Petersburg Forestry Research Institute, 2001, 40 p. (In Russian).

3. Ilyin V.P., Podshivaev E.E. Reconstruction of a two-tiered aspen-spruce stand using chemical drying of aspen. *Current issues of the forestry complex [Aktual'ny'e problemy' lesnogo kompleksa]*, 2014, no. 38, pp. 82–85. (In Russian).
4. Kalinichenko A.I., Pisarenko A.I., Smirnov N.A. Reforestation of clear-cut areas. Moscow, Ecology, 1991, 382 p. (In Russian).
5. Guidelines for registration tests of herbicides in agriculture. Edited by V.I. Dolzhenko. Ministry of Agriculture of the Russian Federation, All-Russian Research Institute for Plant Protection. Saint Petersburg, 2013, 280 p. (In Russian).
6. Pisarenko A.I., Merzlenko M.D. Creation of artificial forests. Moscow, Agropromizdat, 1990, 270 p. (In Russian).
7. Redko G.I., Babich N.A. Reforestation in the European North of Russia. Arkhangelsk, North-West Book Publishing House, 1994, 188 p. (In Russian).
8. Rodin A.R. Spruce crops in clearings. Moscow, Forestry industry, 1977, 168 p. (In Russian).
9. Sokolov A.I. Reforestation in clear-cut areas in northwestern Russia. Petrozavodsk, Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2006, 215 p. (In Russian).
10. List of pesticides and agrochemicals permitted for use in the Russian Federation, 2021. *Supplement to the journal "Plant Protection and Quarantine [prilozhenie k zhurnalu «Zashhita i karantin rastenij»" no. 4]*, 2021, 815 p. (In Russian).
11. Fedorchuk V.N. Forestry systems of the northwestern regions of Russia: Typology, dynamics, economic features. Saint Petersburg, Saint-Petersburg Forestry Research Institute, 2005, 382 p. (In Russian).
12. Shutov I.V. Arboricides in forestry. Moscow, Forestry industry, 1974, 168 p. (In Russian).
13. Shutov I.V. Use of arboricides in forests. Moscow, Forestry industry, 1982, 207 p. (In Russian).
14. Gampbell T.E. Hardwood topkill by four herbicides injected at wide spacings. *Southern Journal of Applied Forestry*, 1985, vol. 9, no. 2, pp. 99–102.
15. Jacobs G.A., Davis R.C. Control of poplar box with stem injections of hexazinone. *Proceedings of the seventh Australian Weed Conference*, 1984, vol. 1, pp. 255–260.
16. Michael J.L. Hardwood control by injection with two hew chemicals. *Proceedings of the Southern Weed Science Society*, 1985, vol. 38, pp. 164–167.

Статья поступила в редакцию 31.10.2025