DOI: 10.21178/2079-6080.2026.2.7
УДК 630.231:630.232:630.241

Применение гербицидов способом инъекции в стволы деревьев при лесовыращивании

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

Application of herbicides by injection into tree trunks during forest cultivation

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

This literature review focuses on the use of herbicides injected into the trunks of unwanted tree species to prevent the growth of their sprouts and root suckers after tree felling. The root suckers of aspen, which appear in large numbers after tree felling, are the most harmful competitors for crops and the natural regeneration of economically valuable species, particularly conifers. When aspen is present in only 1–2 units of the stand composition, the density of suckers on a fresh cutting can be more than 50,000, and their annual growth in height can reach up to 1.5 m. In such conditions, coniferous species cannot compete, and it becomes necessary to carry out multiple and labor-intensive treatments. This problem can be solved by pre-treating aspen trees in stands before felling by injecting herbicides into the trunks to almost completely suppress their ability to reproduce vegetatively. This significantly improves the conditions for the regeneration of valuable species (both self-sown and forest crops) and simplifies their management. The wood of treated and left-standing aspen trees retains its commercial properties for several months and can be used. The proposed method is promising for use in promoting the subsequent natural regeneration of valuable species and creating forest crops on clearings, as well as for selective and gradual felling in order to improve the conditions for the preliminary regeneration of coniferous species. The most promising herbicides for use are those based on glyphosate and imazapyr. It is noted that the method of injecting insecticides and fungicides into tree trunks can be used.

Key words: reforestation, herbicides, injection, dose, aspen, toxicity, sprouts, root suckers, trunk, vegetative renewal, effectiveness

Применение гербицидов способом инъекции в стволы деревьев при лесовыращивании

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

Настоящий литературный обзор посвящен вопросу применения гербицидов способом инъекции в стволы деревьев нежелательных пород для предотвращения появления их вегетативного возобновления после рубки древостоя. Корневые отпрыски осины являются наиболее вредоносным конкурентом для культур и естественного возобновления хозяй-

ственно ценных пород, в первую очередь – хвойных. При участии осины всего в 1–2 единицы состава древостоя густота отпрысков на свежей вырубке может составлять более 50 тысяч экземпляров, а их ежегодный прирост по высоте – до 1,5 м. В таких условиях хвойные породы не выдерживают конкуренции, и возникает необходимость в проведении многократных и трудоемких уходов за ними.

Эту проблему можно решить путем предварительной обработки осины в древостоях перед рубкой способом инъекции гербицидов в стволы для практически полного подавления ее способности к вегетативному размножению. При этом условия для возобновления ценных пород (как самосева, так и лесных культур) значительно улучшаются, а уходы за ними упрощаются. Древесина обработанных и оставленных на корню деревьев осины сохраняет свои деловые свойства в течение нескольких месяцев и может быть использована. Предлагаемый способ перспективен для применения при содействии последующему естественному возобновлению ценных пород и создании лесных культур на вырубках, а также при выборочных и постепенных рубках с целью улучшения условий для предварительного возобновления хвойных пород.

Наиболее перспективными для применения следует считать гербициды на основе глифосата и имазапира.

Отмечается возможность применения способа инъекций в стволы деревьев для внесения инсектицидов и фунгицидов.

Ключевые слова: лесовыращивание, гербициды, инъекция, доза, осина, токсичность, поросль, корневые отпрыски, ствол, вегетативное возобновление, эффективность

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

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

E-mail: chemistry@spb-niilh.ru

Выродова Светлана Александровна – главный специалист НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом

E-mail: svyrodova@mail.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., д. 21

Телефон: (812) 552–80–16

E-mail: mail@spb-niilh.ru

Введение

Инъекция гербицидов в стволы нежелательных древесных пород является одним из наиболее распространенных способов подавления их роста и предотвращения появления поросли и корневых отпрысков после рубки древостоев, что значительно сокращает последующие затраты на проведение уходов в насаждениях, выращиваемых на вырубках. Эта проблема актуальна также для борьбы с инвазивными видами древесно-кустарниковой растительности. Локальное внесение пестицида в низких дозах делает этот способ наиболее экономичным и экологичным в сравнении с другими видами химической обработки.

Целью настоящего обзора является оценка технологических аспектов способа инъекции гербицидов в стволы деревьев, а также современного ассортимента препаратов, отвечающих требованиям высокой биологической эффективности и экологической безопасности при применении этого способа.

Проблема смены пород после вырубки хозяйственно ценных древостоев, особенно в богатых лесорастительных условиях, является одной из серьезных проблем лесовосстановления.

В европейской части России сплошные вырубки заселяются лиственными и хвойно-лиственными молодняками на 70–75 % площади в Карелии, на 80–85 % в Республике Коми, на 70 % в Ярославской и на 52 % в Костромской областях. На Урале почти для всех (93–100 %) еловых вырубок предопределено прохождение стадии производных лиственных молодняков [20, 21, 29].

Предотвратить смену темнохвойных лесов лиственными особенно трудно после сплошных рубок древостоев с участием в их составе осины (*Populus tremula* L.). По имеющимся данным [6], корни осины в условиях Ленинградской области достигают длины 20–22 м, а на 1 пог. м корня приходится до 25 отпрысков. Максимальное их количество появляется в первые два года после рубки [7]. В условиях Западной Сибири (Томская и Тюменская области, ХМАО) в среднетаежной подзоне срубленные крупномерные деревья одиночных осин с диаметром пня 70–80 см в хвощево-долгомошном и зеленомошно-ягодниковом типах леса со свежими и влажными суглинистыми почвами образуют от 1,1 до 1,7 тыс. корневых отпрысков. Максимальная Удаленность их от пня колеблется от 3 до 16 м, а площадь, занимаемая отпрысками от одного дерева, превышает 800 м^2 [44].

Вегетативное возобновление осины является одним из самых серьезных конкурентов ценных хвойных и лиственных пород на вырубках и в насаждениях разных возрастов. По мнению исследователей, березовый полог, как более рыхлый, оказывает гораздо меньшее отрицательное влияние на находящиеся под ним хвойные породы, чем осиновый [39], причем конкуренция осины наиболее сильна на относительно бедных почвах [7].

Механические способы борьбы с корневыми отпрысками осины на вырубках трудоемки и малоэффективны, так как происходит их быстрое повторное отрастание [1, 2]. Так, например, в Западной Сибири подсушка осины двойным механическим кольцеванием снизила почти в 5 раз количество корневых отпрысков, но была менее эффективна, чем инъекция гербицидов. Отдельные деревья осины оставались в течение двух лет жизнеспособными, и после их рубки появлялись корневые отпрыски. Это можно объяснить тем, что в результате срастания корней окольцованные деревья подпитывались за счет более мелкого неокольцованного подроста осины [44].

В лесном хозяйстве применяются, в основном, следующие способы внесения гербицидов: опрыскивание растений, базальная обработка стволов деревьев и инъекции в стволы (пни) деревьев.

Способ опрыскивания, являясь наиболее доступным и универсальным, позволяет проводить химическую обработку больших площадей, применяя опрыскиватели различных

конструкций и производительности (тракторные, ранцевые).

Базальная обработка стволов деревьев проводится, в отличие от способа опрыскивания, при выборочной химической обработке нежелательных деревьев, но менее распространена по сравнению со способом инъекции гербицидов в силу ряда технологических ограничений.

Способ инъекции гербицидов в стволы деревьев нежелательных пород также позволяет проводить индивидуальную (выборочную) обработку определенных деревьев, которая не влияет на растущие рядом нецелевые растения. Он заключается во введении препарата (раствора препарата) в поранения (насечки, отверстия) на стволе или корнях дерева, нанесенные различными инструментами [11, 16, 24, 30–33, 41, 47, 54, 66, 75]. Основной целью применения гербицидов в этом случае являются отмирание дерева и предотвращение его вегетативного возобновления.

Химический метод в лесном хозяйстве России начал свое развитие в середине 30-х годов прошлого века и за прошедшие годы претерпел существенные изменения как по технике применения, так и по ассортименту используемых гербицидов [13].

Ассортимент применяемых химических веществ для инъекций довольно широк: гексазинон (велпар) [23, 47], пиклорам (тордон) [86], триклопир (гарлон 3А) [22, 34, 47, 79], глифосат (раундап, торнадо) [30–33, 41, 44, 77], имазапир (арсенал, арбонал) [30, 31, 36, 60, 77]. Наиболее эффективными для этих целей были признаны препараты на основе глифосата, имазапира и триклопира.

В связи с постоянно растущими требованиями к экологической безопасности применяемых препаратов возможность дальнейшего снижения химической и токсической нагрузки на объекты окружающей среды связана в первую очередь с поиском менее токсичных и более эффективных соединений, а также с совершенствованием технологий их применения. Например, существенные изменения в них произошли после того, как на рынке появились и были зарегистрированы производные сульфонилмочевины с эффективными нормами в несколько граммов на 1 га [4, 8, 18, 28, 33, 37].

Изменение ассортимента гербицидов и совершенствование способа инъекции гербицидов происходит в направлении повышения их эффективности, скорости действия и универсальности при снижении применяемых доз (уменьшении концентрации рабочего раствора и количества насечек). Предпочтение отдается препаратам экологически более безопасным, малотоксичным, удобным в обращении, без неприятного запаха и т. д. [5].

Применение способа инъекции химических веществ в стволы деревьев нежелательных пород во взрослых смешанных насаждениях преследует те же цели, что и при рубках ухода [19, 25, 42, 45]. В европейской части таежной зоны России наибольшую опасность с точки зрения заглушения хвойных пород представляют осина, ольха серая, береза и виды ивы [26, 46]. Наиболее вредоносной является осина из-за ее высокой способности к вегетативному возобновлению [36, 39].

В других странах перечень лиственных пород, с которыми ведут борьбу способом инъекции гербицидов в стволы, достаточно разнообразен. Например, в Африке – это акация, ясень, эвкалипт [49], в США и Канаде – различные виды дуба, клена, ясеня, карии, березы, вяза, граба, орех, дерен, оксидендрон, ликвидамбар, айлант высокий и другие [49, 55, 56, 67, 77, 78], в Австралии – эвкалипт [63, 68, 82]. Также этим способом успешно подавлялись клен остролистный, виды липы [3], орех грецкий [80], ясень пенсильванский [59], сосна ладанная [64] и др.

Что касается ассортимента химических веществ, в Северной Америке против взрослых (20–22 года) растений вяза, ясеня и дуба способом инъекции успешно применялись пиклорам (тордон), 2,4-Д и триклопир. Гибель обработанных деревьев наступала не позднее следующего вегетационного сезона [85]. В Испа-

нии для подавления айланта способом инъекции использовались гербициды аклонифен, метрибузин, флуазасульфурон, метсульфурон-метил, флуроксипир, а также триклопир в смеси с 2,4-Д. В большинстве опытов была достигнута высокая эффективность [83]. Для этих же целей способом инъекции в стволы деревьев применялись имазапир, триклопир и глифосат. Эффективность имазапира и глифосата составляла 92–95 % при различных сроках рубки (4, 8 и 12 месяцев после обработки) [58]. Инъекция глифосата в стволы айланта вызывала отмирание деревьев через месяц после обработки [50]. Также для борьбы с айлантом и для предотвращения появления его поросли способом инъекции применялись гербицид глифосат и смесь пиклорама с 2,4-Д. Эффективность их действия составляла 91–100 % [52].

Введение глифосата в стволы спелой осины сопровождались 95 % гибелью деревьев и подавлением ее вегетативного возобновления [53]. При инъекции глифосата в стволы деревьев бука перед рубкой достигалось 99 % его подавление [70], а при применении глифосата и арсенала на клене пенсильванском было достигнуто полное усыхание растений, причем обработка в сентябре была более эффективна, чем в июне [72]. Другие исследования в США показали, что инъекции имазапира в стволы дуба и таноака при обработке в конце лета или осенью обеспечивали более эффективное угнетение корнеотпрысковой способности по сравнению с обработкой весной и в начале лета [57].

Инъекция в стволы псевдотсуги имазапира и смеси аминопиралида с триклопиром в Патагонии показала, что эффективность имазапира значительно превосходит эффективность смеси, а затраты на инъекции на 98 % меньше по сравнению с традиционной рубкой древостоя [84]. На Галапагосских островах изучалась возможность борьбы с красным хинным деревом – опасным инвазивным видом. Применялся способ инъекции в стволы деревьев смеси пиклорама с метсульфуроном, эффективность действия которой составила от 71 до 100 % [54]. В Австралии в борьбе с олеандром желтым применялись смеси триклопир + пиклорам, 2,4-Д + пиклорам, 2,4-Д + метсульфурон-метил, а также глифосат и имазапир. Через 15 месяцев после обработки имзапиром, глифосатом и смесями триклопир + пиклорам и 2,4-Д + пиклорам гибель олеандра составляла более 91 % [76].

Помимо использования жидких препаративных форм гербицидов, в последнее время практикуется применение так называемых инкапсулированных препаратов, которые вводятся при помощи различных приспособлений в древесину или под кору обрабатываемых деревьев. В Австралии при борьбе с китайским вязом успешно применялись инкапсулированные препараты глифосата, пиклорама, а также смеси аминопиралида и метсульфурон-метила [75, 79], глифосата, гексазинона и клопиралида [75].

Для обработки отдельных деревьев, кроме способа инъекции в стволы, применяют также способ инъекции в пни и базальную обработку ствола. Также практикуется обмазка срезов пней гербицидами после рубки деревьев. Целью этих мероприятий является предотвращение порослеобразования. Ассортимент препаратов тот же, что и при инъекциях в стволы. Некоторые авторы для борьбы с порослеобразованием осины после ее рубки предлагают вводить гербицид в масло, используемое для смазки цепи бензопил, совмещая таким образом две технологические операции [27].

Предотвращение появления поросли бука после рубки древостоя достигалось при обработке пней раствором глифосата в течение 96 часов [71, 73]. Проведение обмазки пней глифосатом и имазапиром (в различном разведении этих препаратов водой) после рубки 10-летнего древостоя березы и 15-летнего насаждения осины предотвращало появление поросли и корневых отпрысков [69]. Также сообщается об эффективном действии арсенала при обработке срезов пней клена, ясеня и березы [17].

Следует отметить, что в ряде исследований наблюдалось повреждение соседних с обработанными способом инъекции в стволы деревьями. Так, в опыте с инъекцией арсенала в стволы айланта наблюдалось повреждение более 17 % соседних деревьев в радиусе до 3 м от обработанного дерева. Кроме того, происходило отмирание других видов древесных растений, растущих поблизости. Объясняется это возможным образованием общих корневых систем и корневыми выделениями обработанных растений [74]. В Канаде применение имазапира и триклопира при инъекции в стволы осины, тополя бальзамического и березы, помимо высокой эффективности подавления осины, также сопровождалось повреждением нецелевых растений [69]. В США те же препараты при инъекции в стволы айланта вызывали аналогичные последствия [61].

Инъекции в стволы деревьев часто применяются также для введения системных инсектицидов и фунгицидов [26, 48, 51, 68, 80]. Особенно актуально применение этого способа для защиты особо ценных экземпляров деревьев, а также при невозможности проведения химической обработки способом опрыскивания из-за опасности нанесения вреда соседним растениям или окружающей среде [10, 48]. Способ инъекции для защиты растений от вредителей и болезней применяется уже достаточно давно и получил большое распространение в Европе в 70–80-е годы прошлого века после массового поражения ильмовых пород голландской болезнью. В 90-е годы в США также возрос интерес к технологиям инъекций в деревья в связи с появлением нескольких вредителей деревьев, таких как хвойная тля, азиатский длиннорогий жук и ясеневая изумрудная златка [60]. Большинство исследователей отмечает высокую эффективность действия пестицидов при применении этого способа и безопасность для подвергшихся обработке растений [48, 59]. Этим способом могут вноситься также комплексные удобрения, способствующие укреплению общего состояния деревьев [80]. Отмечается, что применять следует только водорастворимые вещества, способные перемещаться по тканям растений с водным током [63].

Способ инъекции гербицидов в стволы деревьев осины перед рубкой главного пользования целесообразно применять в следующих случаях:

– при наличии достаточного количества подроста хвойных пород под пологом древостоя с перспективой его сохранения при рубке и при выборочных и постепенных рубках с целью улучшения условий для предварительного возобновления хвойных пород;

– при содействии последующему естественному возобновлению ценных пород на вырубках;

– при создании лесных культур на вырубках [14].

Применение этого способа позволяет перенести основные меры борьбы с малоценными лиственными породами с вырубок разного возраста и молодняков в спелый древостой непосредственно перед финальной рубкой. Способ следует рассматривать как превентивный, позволяющий существенно изменить основные общепринятые схемы лесовосстановления хозяйственно ценных древостоев на вырубках. Наиболее актуально его применение в производительных лесорастительных условиях, где осина образует обильные и мощные корневые отпрыски [14, 15, 40].

В результате многолетних исследований было установлено, что химический метод предотвращения вегетативного возобновления лиственных пород способом инъекции гербицидов в стволы деревьев нежелательных пород перед рубкой является самым эффективным и малозатратным. Так, через год после обработки препаратами глифосата отмирало 98–100 % деревьев, при обработке имазапиром – 100 % растений. В последующие годы появления корневых отпрысков осины не наблюдалось. Наиболее эффективными гербицидами для этих целей были признаны имазапир и глифосат [14].

Инъекция в стволы деревьев глифосатсодержащих препаратов и арсенала обеспечивает эффективную подсушку осины в любом возрасте и при любом диаметре дерева. Было определено минимально необходимое количество насечек на стволах деревьев осины в зависимости от диаметра стволов и концентрации арборицидов. При этом усыхание крон через 1,5–2 месяца после инъекции составляло в среднем 60 %, а через год достигало 95–100 %. Естественного ветровала обработанных деревьев и обламывания сучьев их кроны в течение двух лет после инъекции не происходило. Рубку подсушенных деревьев с соблюдением традиционных мер техники безопасности можно проводить в течение года после подсушки [14].

Учеты корневых отпрысков осины на участках инъекции и контрольных площадках показали, что химическая подсушка деревьев арсеналом позволила практически полностью подавить вегетативное возобновление осины. Результатом применения глифосата явилось многократное, в сравнении с контролем, сокращение количества корневых отпрысков. Таким образом, инъекция арборицидов в стволы деревьев является эффективной мерой подавления корнеотпрысковой способности осины. Из состава формирующихся на вырубках молодняков исключаются наиболее быстро растущие особи этой породы вегетативного происхождения, создаются благоприятные условия для роста и развития сохраненного при рубке подроста кедра, сосны, ели, лиственницы, пихты и последующего возобновления этих пород. Химическая подсушка деревьев позволяет сформировать лиственную часть древостоя из семенных экземпляров осины и получить в перспективе древостои с повышенными товарными качествами [44].

В большинстве литературных источников отмечается многократное снижение трудозатрат при использовании гербицидов по сравнению с альтернативными (базовыми) технологиями [9, 12–14, 42, 84].

По данным Б.Е. Чижова [44, 45], затраты труда и денежных средств на инъекцию арборицидов в стволы деревьев в 30–50 раз меньше затрат на последующее удаление корневых отпрысков осины. При этом гербициды практически не попадают в окружающую среду, что делает метод химической подсушки осины экологически безопасным.

Заключение

По результатам анализа литературных данных и материалов собственных исследований установлено очевидное преимущество способа инъекции химических препаратов в стволы деревьев нежелательных пород с точки зрения снижения токсической и химической нагрузки на лесные экосистемы. поскольку, наряду со снижением расхода на единицу площади в сравнении с другими вариантами использования химикатов при борьбе с нежелательной древесной растительностью, применяемые препараты не загрязняют объекты окружающей среды. Помимо экологической безопасности этот способ отличается строгой избирательностью действия, низкой трудоемкостью и слабой зависимостью от погодных условий. Практически все исследователи отмечают, что способ инъекции препаратов в стволы нежелательных древесных пород высокоэффективен и экологически безопасен, избирателен и прост в исполнении.

Перспективными для экспериментального изучения с целью предотвращения порослеобразования осины после рубки (с учетом действующего Реестра пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации) можно считать гербициды торнадо, ВР (360 г/л глифосата в виде изопропиламинной соли) и арбонал, ВК (250 г/л имазапира).

Исследование выполнено за счет средств федерального бюджета в рамках государственного задания ФБУ «СПбНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований» от 25.12.2025 № 053–00009–26–00 по теме: «Разработка научно обоснованной экологически безопасной технологии инъекции гербицидов в стволы деревьев осины перед заготовкой древесины».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Багаев, С.С. Об оставлении на корню фаутной осины при рубках смешанных лесных насаждений / С.С. Багаев // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2013. – № 1. – С. 11–18.

2. Багаев, С.С. Об оставлении на корню перестойной осины при проведении сплошных рубок в смешанных древостоях / С.С. Багаев, Е.С. Багаев, В.А. Дудин // Лесохозяйственная информация. – 2016. – № 3. – С. 107–113.

3. Блох, В.Г. Биологическая эффективность фунгицидов против болезней древесных растений при их введении методом стволовых инъекций / В.Г. Блох, В.Б. Звягинцев // Труды БГТУ, серия 1 – лесозащита и садово-парковое строительство. – 2023. – № 2. – С. 67–75.

4. Бубнов, А.А. Ассортимент пестицидов в лесном хозяйстве России: развитие и современное состояние / А.А. Бубнов // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2017. – № 1. – С. 35–48.

5. Бубнов, А.А. Экологическая оценка гербицидов, используемых при лесовыращивании / А.А. Бубнов, А.Б. Егоров, Л.Н. Павлюченкова, А.М. Постников // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2022. – № 4. – С. 58–75.

6. Булыгин, Н.Е. Дендрология : Учебник для студентов высших учебных заведений / Н.Е. Булыгин, В.Т. Ярмишко. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. – 528 с.

7. Гулисашвили, В.З. Вегетативное размножение осины (*Populus tremula* L.) / В.З. Гулисашвили // Записки лесной опытной станции. – Л. : Ленинградский сельскохозяйственный институт. – 1928. – Вып. IV. – С. 4–87.

8. Долженко, В.И. Биолого-токсикологические требования к совершенствованию ассортимента гербицидов на рубеже XXI века / В.И. Долженко, А.А. Петунова, Т.А. Маханькова // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия : материалы второго Всероссийского научно-производственного совещания. – Голицино, 2000. – С. 122–126.

9. Дружинин, Ф.Н. Экономическая оценка химического воздействия на фаутную осину / Ф.Н. Дружинин, О.А. Васильева, Л.В. Берсенева [и др.] // Успехи современного естествознания: сельскохозяйственные науки. – 2021. – № 4. – С. 7–12.

10. Дубровина, Н.А. Анализ отечественного и зарубежного опыта макро- и микростволовых инъекций / Н.А. Дубровина // Мат-лы X международной студенческой научной конференции. – 2018. – URL: https://scienceforum.ru/2018/article/2018002089 (дата обращения: 14.02.2026).

11. Егоров, А.Б. Способ инъекции арборицидов в стволы деревьев в зарубежных странах : литературный обзор / А.Б. Егоров // Лесное хозяйство за рубежом : экспресс-информация. – М. : ВНИИЦЛесресурс, 1989. – С. 1–22.

12. Егоров, А.Б. Восстановление хвойных лесов регулированием состава и строения фитоценозов химическим способом: современное состояние и перспективы развития / А.Б. Егоров // Современные проблемы и эффективность регулирования фитоценозов в лесном хозяйстве / Труды СПбНИИЛХ. – СПб., 1999. – С. 9–23.

13. Егоров, А.Б. Воспроизводство хозяйственно ценных лесов с применением химического метода: история, современное состояние и перспективы развития / А.Б. Егоров // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2000. – Вып. 2 (3). – С. 18–33.

14. Егоров, А.Б. Лесоводственно-технологические основы лесовосстановления с применением химического метода в условиях европейской части таежной зоны России : дис. … д-ра с-х. наук : 06.03.01 : защи-

щена 14.05.2002 / Егоров Александр Борисович. – Санкт-Петербург, 2002. – 336 с. – Библиогр. с. 241–261. – NLR01 000352490.

15. Егоров, А.Б. Лесовосстановление с применением химического метода : учебное пособие / А.Б. Егоров, А.В. Жигунов. – СПб. : СПбГЛТА, 2009. – 68 с.
16. Егоров, А.Б. Формирование молодняков ели и березы на сплошных вырубках после предварительной химической подсушки осины / А.Б. Егоров, Н.А. Павлюченков, Л.Н. Павлюченкова // Лесоведение. – 2012. – № 2. – С. 61–65.
17. Егоров, А.Б. Выращивание культур ели с применением современных гербицидов, не требующее проведения агротехнических уходов / А.Б. Егоров, А.М. Постников, А.А. Бубнов [и др.] // Лесной журнал. – 2021. – № 3. – С. 9–23.
18. Захаренко, А.В. Состояние и задачи научного обеспечения гербологии в XXI веке / А.В. Захаренко // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия : материалы второго Всероссийского научно-производственного совещания. – Голицино, 2000. – С. 300–327.
19. Ильин, В.П. Реконструкция малоценных лиственных молодняков с применением химического метода в целях формирования хвойных древостоев / В.П. Ильин, А.М. Иванов, Е.Е. Подшиваев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2015. – Вып. 213. – С. 29–39. – ISSN 2079–4304.
20. Исаева, Р.П. Рекомендации по ведению лесного хозяйства на зонально-типологической основе в лесах Свердловской области / Р.П. Исаева / Госкомлес СССР. – М., 1984. – 35 с.
21. Калиниченко, Н.П. Лесовосстановление на вырубках / Н.П. Калиниченко, А.И. Писаренко, Н.А. Смирнов. – М. : Экология, 1991. – 382 с.
22. Красиков, С.А. Факторы эффективности применения арборицидов способом инъекции / С.А. Красиков // Химический уход за лесом : Сб. науч. тр. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1987. – С. 127–136.
23. Крохалев, А.К. Результаты испытаний велпара на Дальнем Востоке / А.К. Крохалев, В.И. Свечков // Современное состояние и перспективы применения химических средств при уходе за лесом : Тезисы докладов Всесоюзной конф., г. Псков, 1982 г. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1982. – С. 78–80.
24. Мамаева, А.А. Оценка эффективности химических уходов за культурами ели / А.А. Мамаева, Т.А. Конюхова // Инновации в химико-лесном комплексе: тенденции и перспективы развития. – Красноярск : СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2019. – С. 154–157.
25. Мартынов, А.Н. Лесоводственно-технологические основы экологической безопасности химического ухода за молодняками : автореф. дис. … д-ра с.-х. наук / Мартынов Алексей Николаевич. – Л., 1983. – 38 с.
26. Несина, Э.В. Внутристволовое инъектирование – спрос и предложение / Э.В. Несина // Лесохозяйственная информация / ФБУ ВНИИЛМ. – 2018. –№ 2. – С. 46–53.
27. Оплетаев, А.С. Способ минимизации корневых отпрысков осины / А.С. Оплетаев, С.В. Залесов // Леса России и хозяйство в них / ФГБОУ ВПО «Уральский гос. лесотехнический ун-т», Ботанический сад УрО РАН. – 2020. – № 1 (72). – С. 78–85.
28. Петунова, А.А. Современный ассортимент гербицидов на посевах яровой пшеницы и ячменя / А.А. Петунова, Г.А. Маркелов, Ю.Б. Ефимов [и др.] // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорной растительности : материалы Всероссийского научно-производственного совещания. – Голицино, 1995. – С. 45–48.
29. Побединский, А.В. Рубки главного пользования / А.В. Побединский. – М. : Лесная пром-сть, 1980. – 191 с.
30. Постников, А.М. Биологическая эффективность способа инъекции гербицидов и их смесей в стволы деревьев нежелательных пород / А.М. Постников, А.Б. Егоров, А.А. Бубнов, Л.Н. Павлюченкова //

Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2024 – Вып. 248. – С. 57–74. – DOI: https://doi.org/10.21266/2079–4304.2024.248.57–74.

31. Постников, А.М. Оценка возможности снижения рекомендуемых доз гербицидов при проведении инъекций в стволы деревьев осины в фазе жердняка / А.М. Постников, А.Б. Егоров, А.А. Бубнов, Л.Н. Павлюченкова // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы IX Всероссийской научно-технической конференции 22–24 мая 2024 г. – СПб. : СПбГЛТУ, 2024. – С. 189–191.
32. Применение гербицидов при уходе за лесом : практические рекомендации / Сост. : А.Б. Егоров, А.Я. Омельяненко, М.В. Постников, А.А. Бубнов. – СПб. : ФГУ «СПбНИИЛХ», 2005. – 29 с.
33. Реестр пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Раздел пестициды. Минсельхоз России. – 2026. – URL: https://mcx.gov.ru/upload/iblock/915/r124i973jkd6e798hok7lckkyedfpz79.zip (дата обращения: 24.02.2026).
34. Рябинков, А.П. Эффективность применения гарлона, раундапа и нитосорга в качестве арборицидов при инъекции в стволы деревьев / А.П. Рябинков, Ю.В. Сударев // Пути повышения эффективности и экологической безопасности химического ухода за лесом : Тезисы докладов Всесозного совещ., г. Псков, 1985 г. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1985. – С. 26–28.
35. Рябинков, А.П. Инъекция арборицидов как метод решения различных лесохозяйственных задач / А.П. Рябинков // Лесное хозяйство. – 1998. – № 6. – С. 51–52.
36. Смилга, Л.Я. Осина / Л.Я. Смилга. – Рига : Зинатне, 1986. – 238 с.
37. Спиридонов, Ю.Я. Стратегия и тактика применения гербицидов с учетом экологических требований / Ю.Я. Спиридонов // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорной растительности : материалы Всероссийского научно-производственного совещания. – Голицино, 1995. – С. 110–118.
38. Спиридонов, Ю.Я. Применение Арсенала, ВК (250 г/л) БАСФ Агрокемикал продактс Б.В. на объектах несельскохозяйственного пользования / Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков. – М., 2007. – URL: https://biotorg.com/upload/iblock/504/Arsenal-instrukcia.pdf (дата обращения: 15.02.2026).
39. Стороженко, В.Г. Ведение хозяйства в осинниках / В.Г. Стороженко, Л.Е. Михайлов, С.Н. Багаев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 145 с.
40. Трофимов, Л.Н. Экономическая оценка химического ухода за молодняками в производственных условиях (на примере Ленинградской области) / Л.Н. Трофимов // Теория и практика химического ухода за лесом : Труды СПбНИИЛХ. – СПб. : СПбНИИЛХ, 2004. – Вып. 1 (11). – С. 114–118.
41. Тюрмер, К.Ф. Пятьдесят лет лесохозяйственной практики / К.Ф. Тюрмер – М. : Книжный магазин И. Дейбрена, 1891. – 182 с.
42. Царев, Е.М. Совершенствование технологии химического ухода в лесонасаждениях / Е.М. Царев, К.П. Рукомойников, С.Е. Анисимов [и др.] // Лесной журнал. – 2023. – № 4. – С. 190–201.
43. Чижов, Б.Е. Результаты испытаний кренайта, гарлона и глифосата в Тюменской области / Б.Е. Чижов, В.Е. Котов // Современное состояние и перспективы применения химических средств при уходе за лесом : Тезисы докладов Всесоюзной конф., г. Псков, 1982 г. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1982. – С. 73–75.
44. Чижов, Б.Е. Возобновление осины корневыми отпрысками в таежных лесах Западной Сибири / Б.Е. Чижов, И.В. Кибиш, Е.Ю. Агафонов // Лесной вестник. – 2007. – № 6. – С. 28–33.
45. Чижов, Б.Е. Совершенствование химического метода подсушки нежелательных деревьев при уходе за лесом / Б.Е. Чижов, В.А. Штоль, М.В. Герасимова, М.В. Глухарева // Лесоведение и лесоводство. – 2015. – № 1. – С. 42–49.
46. Шутов, И.В. Сравнение глифосата, велпара, кренайта и гарлона как арборицидов при инъекции в стволы деревьев / И.В. Шутов // Современное состояние и перспективы применения химических средств

при уходе за лесом : Тезисы докладов Всесоюзной конф., г. Псков, 1982 г. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1982. – С. 81–83.

47. Шутов, И.В. Применение арборицидов в лесу / И.В. Шутов, А.Н. Мартынов. – М. : Лесная пром-сть, 1982. – 207 с.
48. Archer, L. Trunk Injection as a Tool to Deliver Plant Protection Materials – An Overview of Basic Principles and Practical Considerations / L. Archer, J.H. Crane, U. Albrecht // Horticulture. – 2022. – Vol. 8, is. 6. – P. 552.
49. Arsenal for brush control and forest management / American Cyanamid Company, Agricultural Research Division, USA. – Princeton, 1985. – 12 p.
50. Badalamenti, E. Stem-injection of herbicide for control of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle: a practical source of power for drilling holes in stems / E. Badalamenti // iForest – Biogeosciences and Forestry. – 2013. – Vol. 6, is. 3. – P. 123–126.
51. Bhandari, B.P. Trunk Injection of Systemic Insecticides to Control Stem and Leaf Gall Wasps, Josephiella Species (Hymenoptera: Agaonidae), on Chinese Banyan (Rosales: Moraceae) in Hawaii / B.P. Bhandari, Z. Cheng // Florida Entomologist. – 2016. – Vol. 99, is. 2. – P. 172–177. – DOI: https://doi.org/10.1653/024.099.0203.
52. Bowker, D. Efficacy of herbicide treatments for controlling residual sprouting of tree-of-heaven / D. Bowker, J. Stringer // Proceeding sof 17th Central Hardwood Forest Conference. – 2010. – P. 128–133. – URL: https://research.fs.usda.gov/treesearch/38047 (дата обращения: 21.02.2026).
53. Bried, J. Comparison of herbicide treatments to control native aspen encroachment in pine barrens / J. Bried, J.A. Hetch // Natural Areas Journal. – 2011. – № 31, is. 3. – P. 288–293.
54. Buddenhagen, C.E. The control of a highly invasive tree *Cinchona pubescens* in Galapagos / C.E. Buddenhagen, J.L. Renteria, M. Gardener [et al.] // Weed Technology. – 2004. – Vol. 18. – P. 1194–1202.
55. Campbell, T.E. Hardwood topkill by four herbicides injected at wide spacings / T.E. Campbell // Southern Journal of Applied Forestry. – 1985. – Vol. 9, № 2. – P. 99–102.
56. Dick, J.M.P. Techigues for injecting chemicals into trees / J.M.P. Dick, K.A. Longman // Arboricultural Journal. – 1985. – Vol. 9, № 3. – P. 211–214.
57. DiTomaso, J.M. Control of Black Oak and Tanoak in the Sierra Cascade Range / J.M. DiTomaso, G.B. Kyser, E.A. Fredrickson // Western Journal of Applied Forestry. – 2004. – Vol. 19, is. 4. – P. 268–276.
58. DiTomaso, J.M. Control of *Ailanthus altissima* Using Stem Herbicide Application Techniques / J.M. DiTomaso, G.B. Kyser // Arboriculture & Urban Forestry. – 2007. – Vol. 33, is. 1. – P. 55–63.
59. Doccola, J.J. Tree Wound Responses Following Systemic Insecticide Trunk Injection Treatments in Green Ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) as Determined by Destructive Autopsy / J.J. Doccola, D.R. Smitley, T.W. Davis [et al.] // Arboriculture & Urban Forestry, 2011. – № 37 (1) – P. 6–12.
60. Doccola, J.J. Tree Injection as an Alternative Method of Insecticide Application. Insecticides – Basic and Other Applications. – 2012. – URL: https://www.researchgate.net/publication/221924128_Tree_Injection_as_an_Alternative_Method_of_Insecticide_Application (дата обращения: 11.02.2026).
61. Eck, W.E. Testing the Efficacy of Triclopyr and Imazapyr Using Two Application Methods for controlling Tree-of-heaven Along a West Virginia Highway / W.E. Eck, D.W. McGill // Proceedings of the 15th Central Hardwood Forest Conference. – 2018. – P. 163–168. – URL: https://srs.fs.usda.gov/pubs/gtr/gtr_srs101/gtr_srs101–20.pdf (дата обращения: 12.02.2026).
62. Edwards, C. Cut stump applications with imazapyr / C. Edwards, J. Morgan // Research Information Note – Forestry Commission. – 1997. – № 293. – P. 4–11.
63. Gous, S. Stem injection of insecticides to control herbivorous insects on Eucalyptus nitens / S. Gous, B. Richardson // New Zealand Plant Protection. – 2008. – № 61. – P. 174–178.

64. Grosman, D.M. Systemic insecticide injections for control of cone seed insects in loblolly pine seed orchards – 2 year results / D.M. Grosman, W.W. Upton, F.A. McCook, R.F. Billings // Southern Journal of Applied Forestry. – 2002. – № 26 (3). – P. 146–152.

65. Huang, J. Evaluation of the effectiveness of insecticide trunk injections for control of *Latoia lepida* (Cramer) in the sweet olive tree *Osmanthus fragrans* / J. Huang, J. Zhang, Y. Li, J. Li, X.-H. Shi // PeerJ. – 2016. – Sep 21:4:e2480.– URL: https://peerj.com/articles/2480/ (дата обращения: 20.02.2026).

66. Isbister, K. Sensitivity to herbicide in the north: toxicity of imazapyr and triclopyr to Yukon ROW target and non-target plants / K. Isbister, K. Stewart, E. Lamb. – 2017. – URL: https://www.yukonu.ca/sites/default/files/inline-files/Isbister_K_-_Manuscript_ROW.pdf (дата обращения: 01.03.2026).

67. Jackson, L.W. Effectiveness and vegetation response to triclopyr tree injection on selected plots in eastern New York / L.W. Jackson // Proceedings of the Northeastern Weed Science Society. – 1986. – Vol. 40. – P. 236–240.

68. 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.

69. Johansson, T. Preventing stump regrowth with a herbicide applying tree cutter / T. Johansson // Weed Research. – 1988. – Vol. 28, is. 5. – P. 353–358.

70. Kochenderfer, J.D. Preharvest Manual Herbicide Treatments for Controlling American Beech in Central West Virginia / J.D. Kochenderfer, J.N. Kochenderfer, D.A. Warner, G.W. Miller // Northern Journal of Applied Forestry. – 2004. – № 21, is. 1. – P. 40–49.

71. Kochenderfer, J.D. Controlling Beech Root and Stump Sprouts Using the Cut-Stump Treatment / J.D. Kochenderfer, J.N. Kochenderfer, G.W. Miller // Northern Journal of Applied Forestry. – 2006. – № 23, is. 3. – P. 155–165.

72. Kochenderfer, J.D. Efficacy of Stem Injection Treatments on Striped Maple in Central West Virginia / J.D. Kochenderfer, J.N. Kochenderfer // Northern Journal of Applied Forestry. – 2008. – Vol. 25, is. 2. – P. 106–108.

73. Kochenderfer, J.D. Extending the Time Interval for Applying Herbicide in Cut-Stump Treatments on American Beech / J.D. Kochenderfer, J.N. Kochenderfer // Northern Journal of Applied Forestry. – 2013. – Vol. 30, is. 2. – P. 118–124.

74. Lewis, K. Nontarget Tree Mortality after Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*) Injection with Imazapyr / K. Lewis, B. McCarthy // Northern Journal of Applyed forestry. – 2008. – Vol. 25 (2). – P. 66–72.

75. Limbongan, A.A. Novel Encapsulated Herbicide Delivery Mechanism: Its Efficacy in Mimosa Bush (*Vachellia farnesiana*) Control / A.A. Limbongan, D.S. Campbell, V.J. Galea // School of Agriculture and Food Sciences. – 2021. – № 10. – P. 1–16. – DOI: Doi.org/10.3390/plants10112505. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34834867/ (дата обращения: 05.03.2026).

76. McKenzie, J. Stem-Injection: A Control Technique Often Overlooked for Exotic Woody Weeds / J. McKenzie, D. Brazier, A. Owen [et al.] // Proceedidgs of Seventeenth Australasian Weeds Conference. – 2010. – P. 459–461. – URL: https://era.dpi.qld.gov.au/ id/eprint/3525/1/awc201014591.pdf (дата обращения: 10.03.2026).

77. McLemore, B.F. A comparison of herbicides for tree injection / B.F. McLemore // Proceedings of the Southern Weed Science Society. – 1984. – Vol. 37. – P. 161–167.

78. McLemore, B.F. Chemical control of unwanted hardwoods by injection / B.F. McLemore // Proceedings of the Southern Weed Science Society. – 1986. – Vol. 39. – P. 254–258.

79. Michael, J.L. Hardwood control by injection with two new chemicals / J.L. Michael // Proceedings of the Southern Weed Science Society. – 1985. – Vol. 38. – P. 164–167.

80. Mokhtaryan, A. The efficiency of systemic insecticides and complete fertilizer by trunk injection method against leopard moth in infested walnut trees // A. Mokhtaryan, A. Arbab, A. Mohammadipour, H. Ardestanirostami // The Journal of Basic and Applied Zoology. – 2021. – Vol. 82. – P. 55.

81. O'Brien, C.J. Controlling Woody Weed Chinese Elm (*Celtis sinensis* Pers.) with Stem-Implanted Herbicide Capsules / C.J. O'Brien, V. Mellor, V.J. Galea // The University of Queensland. Plant. – 2022. – № 11. – P. 1–12. – DOI: 10.3390/plants11030444.

82. Robertson, J.A. Control of *Eucalyptus populnea* f. Muell. (poplar box) using fewer chemical injection points / J.A. Robertson // Australian Weeds. – 1984. – Vol. 3, № 3. – P. 105–107.

83. Soler, J. Chemical Control of the Invasive Tree *Ailanthus altissima* / J. Soler, J. Izquierdo // Agriculture. – 2024. – Vol. 14, № 11. – DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture14111992 (дата обращения: 10.03.2026).

84. Spalazzi, M.F. Injection-based approaches for controlling Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) invasion in conservation efforts of the Patagonian forest / M.F. Spalazzi, T. Milani, C.I. Nunez [et al.] // Invasive Plant Science and Management. – 2024. – Vol. 17, is. 2. – P. 104–113.

85. Sterrett, J.P. Selective Control of Trees by Pressure Injection of Herbicides / J.P. Sterrett // HortScience. – 1982. – Vol. 17 (3). – P. 360–361.

86. Yeiser, J.L. Tree injection for early pine seedlings release in the Ozark Mountains of Arkansas / J.L. Yeiser // Southern Journal of Applied Forestry. – 1986. – Vol. 10, № 4. – P. 249–251.

REFERENCES

1. Bagayev S.S. On leaving standing wormy aspen during clear-cutting of mixed forest stands. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatelskogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2013, no. 1, pp. 11–18. (In Russian).

2. Bagayev S.S., Bagayev E.S., Dudin V.A. On leaving standing overmature aspen during clear-cutting of mixed forest stands. *Forestry information [Lesoxozyajstvennaya informaciya]*, 2016, no. 3, pp. 107–113. (In Russian).

3. Blokh V.G., Zvyagintsev V.B. Biological efficiency of fungicides against diseases of woody plants when introduced by the method of stem injections. *Proceedings of BSTU, Series 1 – Forest Protection and Landscape Gardening [Trudy BGTU, chast' 1 – lesozashchita i sadovo-parkovoye stroitel'stvo]*, 2023, no. 2, pp. 67–75. (In Russian).

4. Bubnov A.A. The range of pesticides in russian forestry: development and current status. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatelskogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2017, no. 1, pp. 35–48. (In Russian).

5. Bubnov A.A., Egorov A.B., Pavlyuchenkova L.N., Postnikov A.M. Environmental assessment of herbicides used in forest cultivation. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatelskogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2022, no. 4, pp. 58–75. (In Russian).

6. Bulygin N.E., Yarmishko V.T. Dendrology. Textbook for students of higher educational institutions. Moscow, State University of Forestry, 2010, 528 p. (In Russian).

7. Gulisashvili V.Z. Vegetative propagation of aspen (*Populus tremula* L.). Notes of the forestry experimental station. Leningrad, Leningrad Agricultural Institute, 1928, is. IV, pp. 4–87. (In Russian).

8. Dolzhenko V.I., Petunova A.A., Makhankova T.A. Biological and toxicological requirements for improving ange of herbicides at the turn of the 21st century. The state and development of herbology on the threshold of the 21st century. *Proceedings of the Second All-Russian scientific and production meeting [Sostoyanie i razvitie gerbologii na poroge XXI stoletiya. Materialy vtorogo Vserossiyskogo nauchno-proizvodstvennogo soveshchaniya]*. Golitsino, 2000, pp. 122–126. (In Russian).

9. Druzhinin F.N., Vasilyeva O.A., Berseneva L.V. Economic assessment of chemical impact on faut aspen. *Advances in modern natural science: agricultural sciences [Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya: selskokhozyaystvennye nauki]*, 2021, no. 4, pp. 7–12. (In Russian).

10. Dubrovina N.A. Analysis of domestic and foreign experience of macro- and microstem injections. *Proceedings of the X international student scientific conference [Materialy X mezhdunarodnoy studencheskoy nauchnoy konferentsii]*. 2018. URL: https://scienceforum.ru/2018/article/2018002089 (accessed: 14.02.2026). (In Russian).

11. Egorov A.B. Method of injection of arboricides into tree trunks in foreign countries: literature review. Forestry abroad: express information, 1989. Moscow, VNIITsLesresurs, pp. 1–22. (In Russian).

12. Egorov A.B. Restoration of coniferous forests by regulating the composition and structure of phytocenoses by a chemical method: current status and development prospects: Current problems and efficiency of phytocenose regulation in forestry. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatelskogo instituta lesnogo khozyaystva]*. St. Petersburg, 1999, pp. 9–23. (In Russian).

13. Egorov A.B. Reproduction of commercially valuable forests using a chemical method: history, current status and development prospects. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatelskogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2000, is. 2 (3), pp. 18–33. (In Russian).

14. Egorov A.B. Silvicultural and technological principles of reforestation using the chemical method in the conditions of the European part of the taiga zone of Russia. Dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences: 06.03.01, protected 14.05.2002. St. Petersburg, 2002, 336 p. Bibliography pp. 241–261, NLR01 000352490. (In Russian).

15. Egorov A.B., Zhigunov A.V. Reforestation using the chemical method: a tutorial. St. Petersburg, 2009, 68 p. (In Russian).

16. Egorov A.B., Pavlyuchenkov N.A., Pavlyuchenkova L.N. Formation of young spruce and birch stands in clear-cut areas after preliminary chemical drying of aspen. *Forestry [Lesovedenie]*, 2012, no. 2, pp. 61–65. (In Russian).

17. Egorov A.B., Postnikov A.M., Bubnov A.A., Pavlyuchenkova L.N., Partolina A.N. Growing spruce crops with the use of modern herbicides that does not require agrotechnical care. *Forestry Magazine [Lesnoy zhurnal]*, 2021, no. 3, pp. 9–23. (In Russian).

18. Zakharenko A.V. State and tasks of scientific support for herbology in the 21st century State and development of herbology on the threshold of the 21st century. *Proceedings of the second All-Russian scientific and production meeting [Sostoyaniye i razvitiye gerbologii na poroge XXI stoletiya : materialy vtorogo Vserossiyskogo nauchno-proizvodstvennogo soveshchaniya. – Golitsino]*, Golitsyno, 2000, pp. 300–327. (In Russian).

19. Ilyin V.P., Ivanov A.M., Podshivaev E.E. Reconstruction of low-value deciduous young forests using a chemical method to form coniferous stands. *Bulletin of the St. Petersburg Forest Technical Academy [Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoj akademii]*, 2015, is. 213, pp. 29–39. (In Russian).

20. Isaeva R.P. Recommendations for forestry management on a zonal-typological basis in the forests of the Sverdlovsk region. State Forestry Committee of the USSR, Moscow, 1984, 35 p. (In Russian).

21. Kalinichenko N.P., Pisarenko A.I., Smirnov N.A. Reforestation in clearings. Moscow, Ecology, 1991, 382 p. (In Russian).

22. Krasikov S.A. Factors of the efficiency of application of arboricides by injection method. Chemical forest care. *Proceedings of scientific papers [Khimicheskiy ukhod za lesom. Sb. nauch. tr.]*, Leningrad, LenNIILH, 1987, pp. 127–136. (In Russian).

23. Krokhalev A.K., Svechkov V.I. Results of Velpar tests in the Far East. Current state and prospects for the use of chemicals in forest care. *Abstracts of paperss of the All-Union Conference [Sovremennoye sostoyaniye* i

perspektivy primeneniya khimicheskikh sredstv pri ukhode za lesom. Tezisy dokladov Vsesoyuznoy konf.], Pskov, 1982. Leningrad, LenNIILH, 1982, pp. 78–80. (In Russian).

24. Mamaeva A.A., Konyukhova T.A. Evaluation of the effectiveness of chemical care of spruce crops. *Innovations in the chemical-forestry complex: trends and development prospects [Innovatsii v khimiko-lesnom komplekse: tendentsii i perspektivy razvitiya]*. Krasnoyarsk, Siberian State University named after M.F. Reshetnev, 2019, pp. 154-–57. (In Russian).
25. Martynov A.N. Silvicultural and technological foundations of the environmental safety of chemical care of young trees. Author's abstract. Doctor's thesis of Agricultural Sciences. Leningrad, 1983, 38 p. (In Russian).
26. Nesina E.V. Intra-trunk injection – supply and demand. *Forestry information [Lesokhozyaystvennaya informatsiya]*, FBU VNIILM, 2018, № 2, pp. 46–53. (In Russian).
27. Opletaev A.S., Zalesov S.V. Method for minimizing aspen root suckers. *Forests of Russia and their management. FSBEI HPE "Ural State Forest Engineering University", Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences [Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh. FGBOU VPO «Ural'skiy gos. lesotekhnicheskiy un-t», Botanicheskiy sad UrO RAN]*, 2020, № 1 (72), pp. 78–85. (In Russian).
28. Petunova A.A., Markelov G.A., Efimov Yu.B. The current range of herbicides for spring wheat and barley crops. *The state and ways of improving the integrated protection of agricultural crops from weeds. Proceedings of the All-Russian scientific and production meeting [Sostoyaniye i puti sovershenstvovaniya integrirovannoy zashchity posevov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur ot sornoy rastitel'nosti. Materialy Vserossiyskogo nauchno-proizvodstvennogo soveshchaniya]*, Golitsino, 1995, pp. 45–48. (In Russian).
29. Pobedinsky A.V. Final felling. Moscow, Forestry industry, 1980, 191 p. (In Russian).
30. Postnikov A.M., Egorov A.B., Bubnov A.A., Pavlyuchenkova L.N. Biological effectiveness of the method of injecting herbicides and their mixtures into the trunks of trees of unwanted species. *Bulletin of the St. Petersburg Forest Technical Academy [Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnicheskoj Akademii]*, 2024, no. 248, pp. 57–74. DOI: https://doi.org/10.21266/2079–4304.2024.248.57–74. (In Russian).
31. Postnikov A.M., Egorov A.B., Bubnov A.A., Pavlyuchenkova L.N. Assessment of the possibility of reducing the recommended doses of herbicides when injecting into the trunks of aspen trees in the herring phase. *Forests of Russia: politics, industry, science, education: materials of the IX All-Russian Scientific and Technical Conference [Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovaniye: materialy IX Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii 22–24 maya 2024 g.]*. May 22–24, 2024. St. Petersburg, SPbGLTU, 2024, pp. 189–191. (In Russian).
32. Use of herbicides in forest care: practical recommendations. Comp.: Egorov A.B., Omelyanenko A.Ya., Postnikov M.V., Bubnov A.A. St. Petersburg, Federal State Institution "St. Petersburg Research Institute of Forestry", 2005, 29 p. (In Russian).
33. Register of pesticides and agrochemicals permitted for use in the Russian Federation. Pesticides section. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. 2026. URL: https://mcx.gov.ru/upload/iblock/915/r124i973jkd6e798hok7lckkyedfpz79.zip (accessed: 24.02.2026). (In Russian).
34. Ryabinkov A.P., Sudarev Yu.V. Efficiency of using Garlon, Roundup, and Nitosorg as arboricides when injected into tree trunks. *Ways to improve the efficiency and environmental safety of chemical forest care. Abstracts of Papers of the All-Union Meeting, Pskov [Puti povysheniya effektivnosti i ekologicheskoy bezopasnosti khimicheskogo ukhoda za lesom : Tezisy dokladov Vsesoznogo soveshch.]*, 1985. Leningrad, LenNIILH, 1985, pp. 26–28. (In Russian).
35. Ryabinkov A.P. Injection of arboricides as a method for solving various forestry problems. *Forestry [Lesnoe khozyaystvo]*, 1998, no. 6, pp. 51–52. (In Russian).
36. Smilga L. Aspen. Riga, Zinatne, 1986, 238 p. (In Russian).
37. Spiridonov Yu.Ya. Strategy and tactics of herbicide application taking into account environmental requirements. *Status and ways of improving integrated protection of agricultural crops from weeds:*

Proceedings of the All-Russian scientific and production meeting [Sostoyaniye i puti sovershenstvovaniya integrirovannoy zashchity posevov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur ot sornoy rastitel'nosti. Materialy Vserossiyskogo nauchno-proizvodstvennogo soveshchaniya], Golitsino, 1995, pp. 110–118. (In Russian).

38. Spiridonov Yu.Ya., Shestakov V.G. Application of Arsenal, VK (250 g/l) BASF Agrochemical Products B.V. on non-agricultural facilities. Moscow, 2007. URL: https://biotorg.com/upload/iblock/504/Arsenal-instrukcia.pdf (accessed: 15.02.2026). (In Russian).
39. Storozhenko V.G., Mikhailov L.E., Bagayev S.N. Farming in aspen forests. Moscow, Agropromizdat, 1987, 145 p. (In Russian).
40. Trofimov L.N. Economic evaluation of chemical care of young animals in production conditions (using the Leningrad region as an example). *Theory and Practice of Chemical Forest Care: Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatelskogo instituta lesnogo khozyaystva]*, 2004, is. 1 (11), pp. 114–118. (In Russian).
41. Thürmer K.F. Fifty Years of Forestry Practice. Moscow, I. Deybren's Bookstore, 1891, 182 p. (In Russian).
42. Tsarev E.M., Rukomoynikov K.P., Anisimov S.E., Konyuhova T.A., Krenev A.V. Improving the Technology of Chemical Care in Forest Plantations. *Forestry Magazine [Lesnoy zhurnal]* 2023, no. 4, pp. 190–201. (In Russian).
43. Chizhov B.E., Kotov V.E. Results of tests of crenite, garlon and glyphosate in the Tyumen region. Current status and prospects for the use of chemicals in forest care. *Abstracts of Papers of the All-Union Conf., Pskov, 1982.* Leningrad, LenNIILH, 1982, pp. 73–75. (In Russian).
44. Chizhov B.E., Kibish I.V., Agafonov E.Yu. Aspen regeneration by root suckers in the taiga forests of Western Siberia. *Forest Bulletin [Lesnoy vestnik]*, 2007, no. 6, pp. 28–33. (In Russian).
45. Chizhov B.E., Shtol V.A., Gerasimova M.V., Glukhareva M.V. Improving the chemical method of drying unwanted trees during forest care. *Forest Science and Silviculture [Lesovedenie i lesovodstvo]*, 2015, no. 1, pp. 42–49. (In Russian).
46. Shutov I.V. Comparison of Glyphosate, Velpar, Krenyt, and Garlon as Arboricides for Injection into Tree Trunks. Current State and Prospects for the Application of Chemicals in Forest Care. *Abstracts of Papers of the All-Union Conf., Pskov, 1982*. Leningrad., LenNIILH, 1982, pp. 81–83. (In Russian).
47. Shutov I.V., Martynov A.N. Application of Arboricides in the Forest. Moscow, Forest industry, 1982, 207 p. (In Russian).
48. Archer L., Crane J. H., Albrecht U. Trunk Injection as a Tool to Deliver Plant Protection Materials – An Overview of Basic Principles and Practical Considerations. *Horticulture.* 2022, vol. 8, is. 6, p. 552.
49. Arsenal for brush control and forest management. American Cyanamid Company, Agricultural Research Division, USA. Princeton, 1985, 12 p.
50. Badalamenti E. Stem-injection of herbicide for control of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle: a practical source of power for drilling holes in stems. *iForest – Biogeosciences and Forestry*, 2013, vol. 6, is. 3, pp. 123–126.
51. Bhandari B.P., Cheng Z. Trunk Injection of Systemic Insecticides to Control Stem and Leaf Gall Wasps, Josephiella Species (Hymenoptera: Agaonidae), on Chinese Banyan (Rosales: Moraceae) in Hawaii. *Florida Entomologist*, 2016, vol. 99, is. 2, pp. 172–177. DOI: https://doi.org/10.1653/024.099.0203.
52. Bowker D., Stringer J. Efficacy of herbicide treatments for controlling residual sprouting of tree-of-heaven. *Proceeding sof 17th Central Hardwood Forest Conference*, 2010, pp. 128–133. URL: https://research.fs.usda.gov/treesearch/38047 (accessed: 21.02.2026).
53. Bried J., Hetch J.A. Comparison of herbicide treatments to control native aspen encroachment in pine barrens. *Natural Areas Journal*, 2011, no. 31, is. 3, pp. 288–293.

54. Buddenhagen C.E., Renteria J.L., Gardener M., Wilkinson S.R., Soria M., Yánez P., Tye A., Valle R. The control of a highly invasive tree *Cinchona pubescens* in Galapagos. *Weed Technology,* 2004, vol. 18, pp. 1194–1202.

55. Campbell T.E. Hardwood topkill by four herbicides injected at wide spacings. *Southern Journal of Applied Forestry,* 1985, vol. 9, no. 2, pp. 99–102.

56. Dick J.M.P., Longman K.A. Techigues for injecting chemicals into trees. *Arboricultural Journal,* 1985, vol. 9, no. 3, pp. 211–214.

57. DiTomaso J.M., Kyser G.B., Fredrickson E.A. Control of Black Oak and Tanoak in the Sierra Cascade Range. *Western Journal of Applied Forestry,* 2004, vol. 19, is. 4, pp. 268–276.

58. DiTomaso J.M., Kyser G.B. Control of *Ailanthus altissima* Using Stem Herbicide Application Techniques. *Arboriculture & Urban Forestry*, 2007, vol. 33, is. 1, pp. 55–63.

59. Doccola J.J., Smitley D.R., Davis T.W., Aiken J.J., Wild P.M. Tree Wound Responses Following Systemic Insecticide Trunk Injection Treatments in Green Ash *(Fraxinus pennsylvanica* Marsh.*)* as Determined by Destructive Autopsy. *Arboriculture & Urban Forestry,* 2011, no. 37 (1), pp. 6–12.

60. Doccola J.J. Tree Injection as an Alternative Method of Insecticide Application. *Insecticides – Basic and Other Applications*, 2012. URL: https://www.researchgate.net/publication/221924128_Tree_Injection_as_an_Alternative_Method_of_Insecticide_Application (accessed: 11.02.2026).

61. Eck W.E., McGill D.W. Testing the Efficacy of Triclopyr and Imazapyr Using Two Application Methods for controlling Tree-of-heaven Along a West Virginia Highway. *Proceedings of the 15th Central Hardwood Forest Conference*, 2018, pp. 163–168. URL: https://srs.fs.usda.gov/pubs/gtr/gtr_srs101/gtr_srs101–20.pdf (accessed: 12.02.2026).

62. Edwards C., Morgan J. Cut stump applications with imazapyr. *Research Information Note – Forestry Commission,* 1997, no. 293, pp. 4–11.

63. Gous S., Richardson B. Stem injection of insecticides to control herbivorous insects on *Eucalyptus nitens*. *New Zealand Plant Protection*, 2008, no. 61, pp. 174–178.

64. Grosman D.M., Upton W.W., McCook F.A., Billings R.F. Systemic insecticide injections for control of cone seed insects in loblolly pine seed orchards – 2 year results. *Southern Journal of Applied Forestry,* 2002, no. 26 (3), pp. 146–152.

65. Huang J., Zhang J., Li Y., Li J., Shi X.-H. Evaluation of the effectiveness of insecticide trunk injections for control of *Latoia lepida* (Cramer) in the sweet olive tree *Osmanthus fragrans // PeerJ*, 2016. URL: https://peerj.com/articles/2480/ (accessed: 20.02.2026).

66. Isbister K., Stewart K., Lamb E. Sensitivity to herbicide in the north: toxicity of imazapyr and triclopyr to Yukon ROW target and non-target plants. 2017. URL: https://www.yukonu.ca/sites/default/files/inline-files/Isbister_K_-_Manuscript_ROW.pdf (accessed: 01.03.2026).

67. Jackson L.W. Effectiveness and vegetation response to triclopyr tree injection on selected plots in eastern New York. *Proceedings of the Northeastern Weed Science Society,*1986, vol. 40, pp. 236–240.

68. 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.

69. Johansson T. Preventing stump regrowth with a herbicide applying tree cutter. *Weed Research,* 1988, vol. 28, is. 5, pp. 353–358.

70. Kochenderfer J.D., Kochenderfer J.N., Warner D.A. , Miller G.W. Preharvest Manual Herbicide Treatments for Controlling American Beech in Central West Virginia. *Northern Journal of Applied Forestry*. 2004, no. 21, is. 1, pp. 40–49.

71. Kochenderfer J.D., Kochenderfer J.N., Miller G.W. Controlling Beech Root and Stump Sprouts Using the Cut-Stump Treatment. *Northern Journal of Applied Forestry,* 2006, no. 23, is. 3, pp. 155–165.

72. Kochenderfer J.D., Kochenderfer J.N. Efficacy of Stem Injection Treatments on Striped Maple in Central West Virginia. *Northern Journal of Applied Forestry*, 2008, vol. 25, is. 2, pp. 106–108.

73. Kochenderfer J.D., Kochenderfer J.N. Extending the Time Interval for Applying Herbicide in Cut-Stump Treatments on American Beech. *Northern Journal of Applied Forestry*, 2013, vol. 30, is. 2, pp. 118–124.

74. Lewis K., McCarthy B. Nontarget Tree Mortality after Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*) Injection with Imazapyr. *Northern Journal of Applyed forestry,* 2008, vol. 25 (2), pp. 66–72.

75. Limbongan A.A., Campbell D.S., Galea V.J. Novel Encapsulated Herbicide Delivery Mechanism: Its Efficacy in Mimosa Bush (*Vachellia farnesiana*) Control. *School of Agriculture and Food Sciences*, 2021, no. 10, pp. 1–16. DOI: Doi.org/10.3390/plants10112505. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34834867/ (accessed: 05.03.2026).

76. McKenzie J., Brazier D., Owen A., Vitelli J., Mayer B. Stem-Injection: A Control Technique Often Overlooked for Exotic Woody Weeds. *Proceedidgs of Seventeenth Australasian Weeds Conference,* 2010, pp. 459–461. URL: https://era.dpi.qld.gov.au/id/eprint/3525/1/ awc201014591.pdf (accessed: 10.03.2026).

77. McLemore B.F. A comparison of herbicides for tree injection. *Proceedings of the Southern Weed Science Society*, 1984, vol. 37, pp. 161–167.

78. McLemore B.F. Chemical control of unwanted hardwoods by injection. *Proceedings of the Southern Weed Science Society*, 1986, vol. 39, pp. 254–258.

79. Michael J.L. Hardwood control by injection with two new chemicals. *Proceedings of the Southern Weed Science Society*, 1985, vol. 38, pp. 164–167.

80. Mokhtaryan A., Arbab A., Mohammadipour A., Ardestanirostami H. The efficiency of systemic insecticides and complete fertilizer by trunk injection method against leopard moth in infested walnut trees. *The Journal of Basic and Applied Zoology,* 2021, vol. 82, p. 55.

81. O'Brien C.J., Mellor V., Galea V.J. Controlling Woody Weed Chinese Elm (*Celtis sinensis* Pers.) with Stem-Implanted Herbicide Capsules. *The University of Queensland. Plant*, 2022, no. 11, pp. 1–12. DOI: 10.3390/plants11030444.

82. Robertson J.A. Control of *Eucalyptus populnea* f. Muell. (poplar box) using fewer chemical injection points. *Australian Weeds*, 1984, vol. 3, no. 3, pp. 105–107.

83. Soler J., Izquierdo J. Chemical Control of the Invasive Tree *Ailanthus altissima*. *Agriculture*. 2024, vol. 14, no. 11. URL: https://doi.org/10.3390/agriculture14111992 (accessed: 10.03.2026).

84. Spalazzi M.F., Milani T., Nunez C.I., Nunez M.A., Teste F.P. Injection-based approaches for controlling Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) invasion in conservation efforts of the Patagonian forest. *Invasive Plant Science and Management,* 2024, vol. 17, is. 2, pp. 104–113.

85. Sterrett J.P. Selective Control of Trees by Pressure Injection of Herbicides. *HortScience,* 1982, vol. 17 (3), pp. 360–361.

86. Yeiser J.L. Tree injection for early pine seedlings release in the Ozark Mountains of Arkansas. *Southern Journal of Applied Forestry*, 1986, vol. 10, no. 4, pp. 249–251.

Статья поступила в редакцию 31.03.2026