ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

10.21178/2079-6080.2024.2.67
УДК 582.475.4/630*243.8(571.1)

Формирование кедровников путем химического ухода за смешанными насаждениями в Западной Сибири

© Н.М. Дебков

Formation of siberian stone pine forests by chemical care for mixed stands in Western Siberia

N.M. Debkov (Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS)

The problem of accelerated reproduction of forests from economically valuable tree species is still relevant. Among the many ways to solve it, chemical care deserves attention. The advantages of this method are undeniable and trends in the development of scientific and technological progress show that this method of forming target stands has a great future. Its application is especially promising in relation to such a forest-forming tree species as the siberian stone pine *Pinus sibirica* Du Tour, characterized by the difficulty of artificial reforestation. The purpose of the study was to evaluate the scientific and industrial approbation of various methods of chemical care in the Tomsk region and Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Yugra. The most successful examples of chemical care in the Pervomaisky and Verkhneketsky forestry districts of the Tomsk region and the Samarovsky forestry district of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug are taken as objects of research. As a result of the research, it was found that the formation of stands on the territory of Pervomaisky forestry district, treated in 1981 with arboricide at a dose of 3 kg/ha according to the active substance, is successful, and Siberian stone pine prevails in the composition of the stand (about 40 %). The formation of stands on the territory of the Verkhneketsky forestry district, treated in 1980 with arboricide at a dose of 2.7 kg/ha according to the active substance, is less successful – the proportion of Siberian stone pine is about 30 %. The object of chemical care on the territory of the Samarovsky forestry district of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Yugra, treated in 1986 with injections of the drug "Utal", is characterized by the complete dominance of Siberian stone pine in the composition of the stand (90 %). The interpretation of satellite images confirmed that most of the research objects are stands with a predominance of coniferous tree species. Using the example of an aircraft processing site in the Verkhneketsky forestry district of the Tomsk region, it was found that Siberian stone pine forests formed on 29 % of the areas treated with arboricide. Scots pine stands grow on 27 % of the area, and birch stands have formed on the remaining 46 % of the area.

Keywords: Siberian stone pine *Pinus sibirica* Du Tour, arboricides, the stand composition, aviation chemical treatment of forests, injections into tree trunks, radial growth, dendrometric characteristics, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Yugra, Tomsk region

Формирование кедровников путем химического ухода за смешанными насаждениями в Западной Сибири

Н.М. Дебков

Проблема ускоренного воспроизводства лесов из хозяйственно ценных древесных пород является актуальной. Среди многих путей ее решения заслуживает внимания химический уход за смешанными насаждениями. Достоинства этого метода неоспоримы, и тенденции развития научно-технического прогресса показывают, что у этого способа формирования целевых древостоев большое будущее. Особенно перспективно его применение в отношении такой лесообразующей породы, как кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour, характеризующейся трудностью искусственного лесовыращивания.

Целью работы была оценка научно-производственной апробации различных способов химухода на территории Томской области и ХМАО-Югры. В качестве объектов исследования взяты наиболее удачные примеры химического ухода в Первомайском и Верхнекетском лесничествах Томской области и Самаровском лесничестве ХМАО-Югры. Установлено, что формирование насаждений на территории Первомайского лесничества, после авиахимобработки в 1981 году октиновым эфиром в дозе 3 кг/га по д.в., идет успешно, и кедр преобладает в составе древостоя (около 40 %). В Верхнекетском лесничестве результаты обработки насаждений в 1980 году 2,4-Д бутиловым эфиром в дозе 2,7 кг/га по д.в. менее успешны – доля кедра составляет около 30 %. Объект химухода в Самаровском лесничестве ХМАО-Югры, подвергнутый в 1986 году инъекциям препарата «Утал», характеризуется полным доминированием кедра в составе древостоя (90 %). Дешифрирование космических снимков подтвердило, что большая часть объектов исследования представляют собой насаждения с преобладанием хвойных пород. На примере участка авиахимобработки в Верхнекетском лесничестве Томской области установлено, что кедровники сформировались на 29% обработанных арборицидом площадей. На 27% площади произрастают сосновые насаждения, а на остальных 46% площадях сформировались березовые насаждения.

Ключевые слова: кедр сибирский *Pinus sibirica Du Tour,* состав насаждений, арборициды, авиационная химическая обработка лесов, инъекции в стволы деревьев, радиальный прирост, дендрометрическая характеристика, ХМАО-Югра, Томская область

Дебков Никита Михайлович – старший научный сотрудник лаборатории дендроэкологии, канд. с.-х. наук
E-mail: nikitadebkov@yandex.ru

ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем»
634055, Томск, Академический пр-кт, д. 10/3
Телефон: (3822) 492-265
E-mail: post@imces.ru

Введение

Основной проблемой отечественного лесного хозяйства на протяжении очень долгого промежутка времени по-прежнему является лесовосстановление [16]. Безусловно, речь идет о воспроизводстве наиболее ценных с точки зрения экологической функции (как правило, защитной и углероддепонирующей) и экономической значимости хвойных насаждений [14]. Особую лесообразующую важность традиционно имеет сосна кедровая сибирская, или кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour, ареал которого составляет почти 40 млн га, то есть около 6 % от всей лесопокрытой площади страны [3].

Существует масса способов и методов в области лесовосстановления, которые зарекомендовали себя и показали производственную эффективность. Разработаны различные технологии ухода за лесными культурами, естественными молодняками и малоценными (вторичными) насаждениями среднего возраста и старше, направленные на формирование состава древостоев, среди них особое место занимает так называемый «химический уход».

Масштабному применению данного метода в России почти 100 лет, и пионером химизации лесохозяйственных работ, безусловно, считается Н.Е. Декатов [5], который создал целую научную школу, существующую до сегодняшнего времени [1, 6, 7]. Именно в ЛенНИИЛХе (ныне – СПбНИИЛХ) получал научное обоснование химуход, результатом чего стали многочисленные рекомендации по использованию арборицидов, гербицидов и фунгицидов при выращивании посадочного материала, химической подготовке лесосек, уходе за составом смешанных насаждений, в том числе реконструкции [8–11, 21, 30].

Тем не менее, до сих пор крайне мало сведений об эффективности применения химического ухода в Сибири [12, 19], в том числе оценки долговременных научно-производственных опытов по формированию целевых насаждений.

В связи с этим целью исследования была лесоводственная оценка сформировавшихся в результате применения химухода кедровников из смешанных молодняков и при реконструкции спелых вторичных насаждений в Западной Сибири.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в насаждениях, являющихся примером качественного химического ухода за древостоями на территории Томской области, описанного в отчете научно-исследовательской Новосибирской региональной лаборатории ВНИИХлесхоза [17] и научно-производственная апробация этого метода в 1986 году Тюменской лесной опытной станцией ВНИИЛМ под руководством Б.Е. Чижова [18] на территории ХМАО-Югра.

Объекты химухода за кедром в смешанных молодняках в пределах Томской области включают 4 участка на территории Верхнекетского лесничества (Ягоднинское участковое лесничество, Нибегинское урочище, кв. 47, выд. 6, 8, 10, 31) и 8 участков на территории Первомайского лесничества (Комсомольское участковое лесничество, Магалинское урочище, кв. 22, выд. 1, 9, 11, 18, 23, 27, 34, 36). Здесь была проведена авиационная обработка формирующихся молодняков на вырубках: в 1980 году в Верхнекетском лесничестве – 2,4-Д бутиловым эфиром в дозе 2,7 кг/га по д.в., а в Первомайском лесничестве в 1981 году – октиновым эфиром в дозе 3 кг/га по д.в. [17].

Планирование и выполнение мероприятий по химическому уходу за смешанными молодняками осуществлялось с учетом требований нормативных документов [13, 15]. В выбранных кварталах уход проводился одновременно за всеми хвойными породами (кедр, ель, пихта, сосна), так как встречаемость кедра на маршруте полета колебалась от 0 до 4 единиц состава. Наиболее равномерно химуход выполнен вдоль характерных линейных ориентиров (квартальных просек, лесохозяйственных грунтовых и узкоколейных железных дорог). В глубине же участка, на удалении от ориентиров, как правило, наблюдалось чередование полос с разной дозировкой внесенного арборицида и соответственно – усилением или ослаблением степени изреживания лиственного полога.

В результате снижена была конкуренция со стороны лиственных пород (береза, осина) на 2–4 единицы, что привело к увеличению в составе смешанного насаждения доли хвойных пород, в том числе кедра, как правило, на 2 единицы. Помимо этого, за счет уменьшения сомкнутости крон молодняков до 0,5 произошло наращивание прироста по высоте у кедра на второй год после мероприятия – на 64 % после бутилового эфира и на 16 % – после октинового эфира по сравнению с предыдущим приростом. В последующие годы рост в высоту продолжал положительную динамику, что обеспечило кедру участие в формировании насаждений на участках с качественной авиахимобработкой [17].

В наших исследованиях анализировались именно эти участки. Характеристика объектов химухода в пределах Томской области дана по последнему лесоустройству лесничеств. Верификация имеющихся данных проведена с помощью дешифрирования космических снимков, полученных с помощью ресурса https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/. На данную территорию были выбраны практически безоблачные (облачность менее 1 %) снимки Sentinel-2A L1C на октябрь 2023 года, которые были проанализированы в разных спектрах (комбинации каналов (4–3–2, 8–4–3, 12–11–4), индексы NDVI, SWIR, NDWI, Moisture index, NDSI). Время космоснимков выбрано в октябре специально, поскольку уже опала листва, но не сформировался устойчивый снежный покров и отсутствует снег на кронах.

На втором объекте исследования, на территории ХМАО-Югры, химуход за подростом кедра во вторичном лиственном насаждении проводился в пределах Самаровского лесничества, Правдинского участкового лесничества, кв. 199, выд. 23. Общая площадь спелого березового насаждения, где проводились инъекции препарата «Утал» в 1986 году, составила около 9 га. В результате химической подсушки деревья мягколиственных пород погибли почти полностью и к моменту исследования уже перегнили.

В наиболее характерном месте участка была заложена пробная площадь по буссоли Suunto с помощью ниткомера, производился сплошной перечет мерной вилкой Haglof. На его основании по методу пропорционально-ступенчатого представительства отбирались модельные деревья в количестве 30 шт. для взятия кернов приростным буравом Haglof и измерения высоты с помощью электронного высотомера Nikon Forestry Pro.

Лабораторная обработка образцов включала подготовку кернов – наклеивание их на основу и шлифование – для измерения ширины годичных колец с помощью полуавтоматического исследовательского комплекса LINTAB–5 с пакетом компьютерных программ TSAP (точность измерений ±0,01 мм).

Камеральную обработку собранного экспериментального материала производили в программе Statistica 10, применяя стандартные описательные статистики, непараметрические критерии оценки достоверности разности для независимых переменных: для двух – Манна–Уитни, для нескольких – Краскела–Уоллиса.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты обследования участков, где в смешанных насаждениях проводился химуход, представлены в таблице 1.

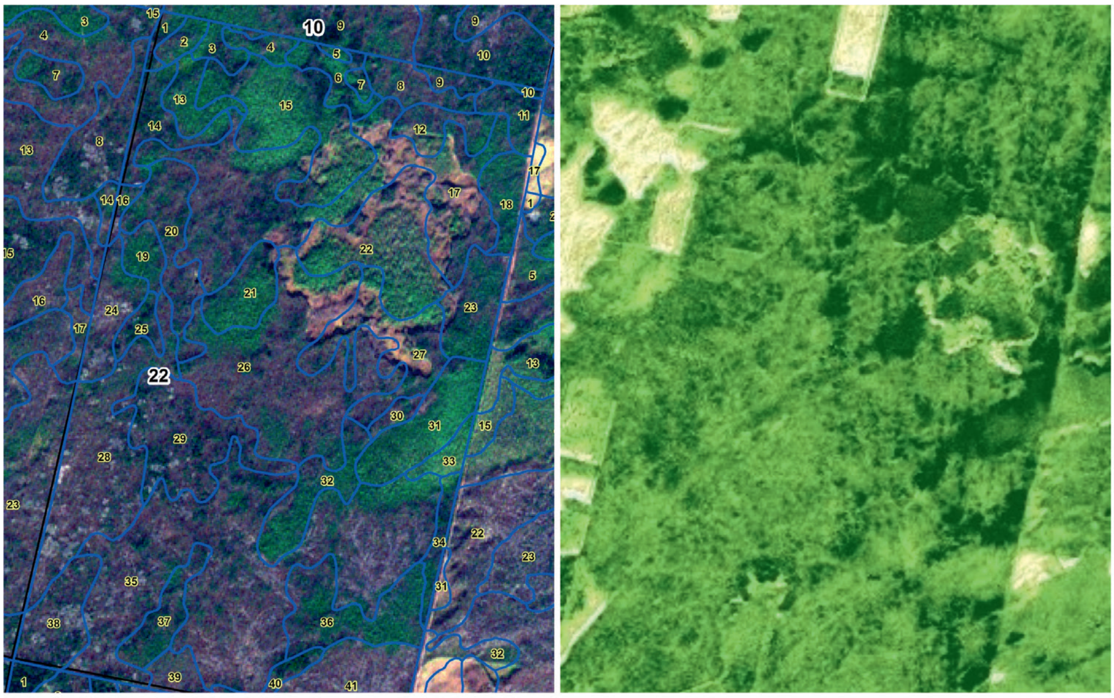
Таблица 1

Характеристика насаждений, сформировавшихся в результате проведения химухода

Экспериментальный участок	Вариант обработки, год	Состав, ед.	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет	Густота, шт./га, или полнота, ед.	Запас, м^3/га
Первомайское л-во, Комсомольское уч. л-во, ур. Магалинское, кв. 22, выд. 1, 9, 11, 18, 23, 27, 34, 36	Авиационная, 1981	4К	9,0 ± 1,85	10,5 ± 2,56	41,2 ± 7,91	0,5 ± 0,05	81,2 ± 25,32
		1Е	10,3 ± 3,04	10,9 ± 3,24	45,7 ± 12,72		
		1С	9,0 ± 1,00	10,0 ± 0,00	36,7 ± 2,89		
		1П	10,7 ± 1,53	11,3 ± 1,15	45,0 ± 8,66		
		3Б	10,4 ± 1,41	10,0 ± 1,85	34,4 ± 1,77		
Верхнекетское л-во, Ягоднинское уч. л-во, ур. Нибегинское, кв. 47, выд. 6, 8, 10, 31	Авиационная, 1980	3К	8,5 ± 0,58	9,0 ± 1,15	46,2 ± 2,50	0,6 ± 0,10	120,0 ± 23,09
		4Б	14,0 ± 0,82	10,5 ± 1,00	45,0 ± 0,00		
		2С	13,0 ± 1,41	11,0 ± 1,15	45,0 ± 0,00		
		1Е	8,5 ± 0,58	8,5 ± 1,00	46,2 ± 2,50		
		+П	8,0 ± 0,00	8,0 ± 0,00	45,0 ± 0,00		
Самаровское л-во, Правдинское уч. л-во, кв. 199, выд. 23	Инъекции в стволы деревьев, 1986	9К	15,0 ± 1,22	22,7 ± 1,71	81,2 ± 3,44	625	206,2
		1П	12,7 ± 4,48	11,6 ± 1,69	64,5 ± 6,52	225	15,3
		+Б	19,1 ± 1,53	24,2 ± 1,94	85,3 ± 14,39	25	9,2
		ед. Е	7,8 ± 0,47	8,2 ± 0,88	52,1 ± 12,21	100	2,3

Формирование насаждений, обработанных в 1981 году октиновым эфиром в дозе 3 кг/га по д.в. (Первомайское лесничество), идет успешно, и кедр преобладает в составе древостоя (около 40 %). По дендрометрическим показателям высоты и диаметра он не отстает в росте и находится в одном ярусе с другими лесообразующими породами. Характеристика возраста деревьев свидетельствует о том, что на момент авиахимобработки лесосеке было около 10 лет, что в условиях южной тайги Томской области считается завершением лесовозобновительного периода вырубки и началом дифференциации молодняков, то есть время обработки было выбрано идеально. Древостой характеризуется средней полнотой, что оптимально для роста кедра в условиях конкуренции в смешанном насаждении. По показателю запаса он также оценивается как модальный в пределах нормы.

Дешифрирование свежих (19.10.2023) космических снимков (рис. 1) на квартал 22 Магалинского урочища Комсомольского участкового лесничества Первомайского лесничества показало, что выдела 11, 18, 23, 34 и 36 действительно представляют собой насаждения с преобладанием хвойных пород на большей части их площади. В то время как выдела 1, 9 и 27 оцениваются как смешанные насаждения с различным сочетанием мягколиственных и хвойных лесообразователей.



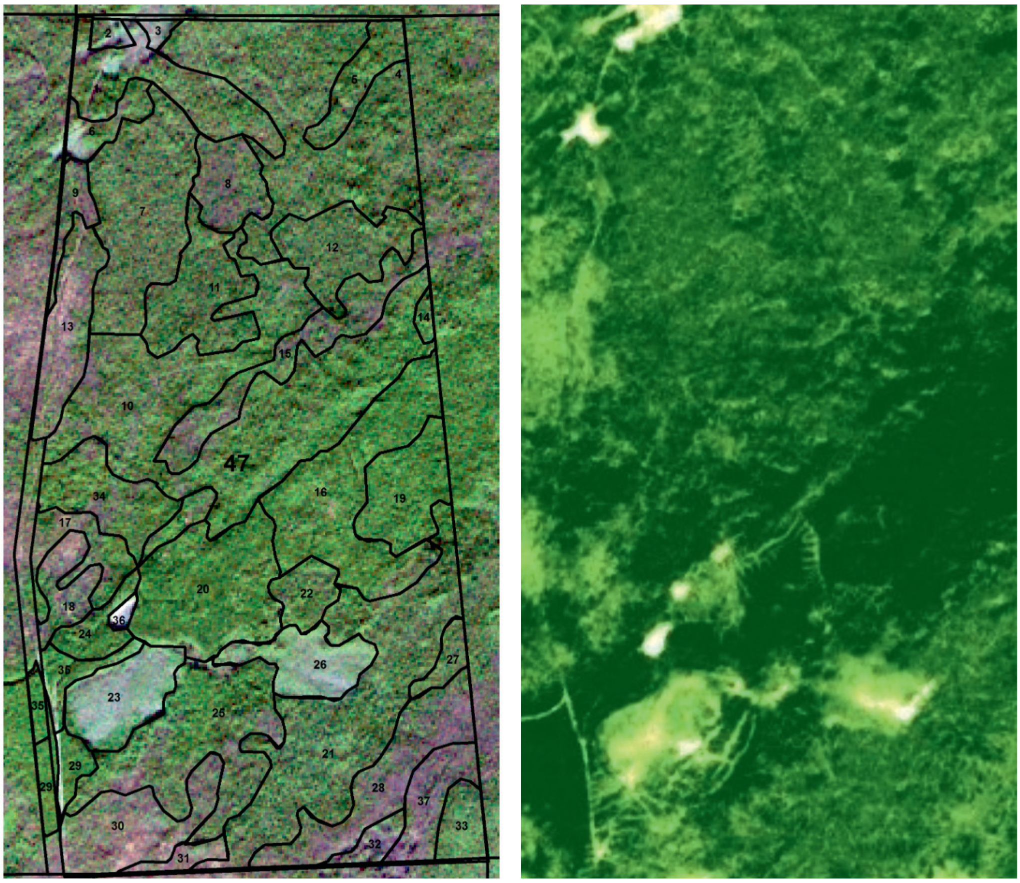
А Б

Рис. 1. Космоснимок кв. 22 Магалинского урочища Комсомольского участкового лесничества Первомайского лесничества с наложенной квартально-выдельной схемой (А) и его изображение в индексе NDVI (Б)

На космоснимке также отчетливо видны последствия вспышки массового размножения сибирского шелкопряда в 2016–2019 гг., особенно в нижней части квартала, где на площади не менее 60 % спелые и перестойные кедровники были повреждены в сильной степени. В настоящее время они представляют собой сухостойный лес. Объекты химухода в этом квартале пострадали в незначительной степени и помимо рямов, заросших преимущественно сосной, являются остатками темнохвойно-кедровой тайги.

Формирование насаждений, обработанных в 1980 году 2,4-Д бутиловым эфиром в дозе 2,7 кг/га по д.в. (Верхнекетское лесничество), идет менее успешно (см. табл. 1), и кедр уже не преобладает в составе древостоя, хотя доля его существенна (около 30 %). Тем не менее, по действующему законодательству насаждения, имеющие в составе как минимум 3 единицы этой породы, относятся к кедровым. По дендрометрическим показателям высоты и диаметра все темнохвойные породы отстают в росте от березы и сосны, которые формируют верхнюю часть древесного яруса. Давность вырубки была аналогична таковой в Первомайском лесничестве, то есть время авиахимобработки также выбрано удачно. Древостой является среднеполнотным (но показатель выше, чем в Первомайском лесничестве), что в совокупности с различиями в морфометрических параметрах лесообразователей приводит к более выраженной и жесткой конкуренции и менее оптимальным условиям для роста и развития кедра. По показателю запаса древостой оценивается как высокопродуктивный.

Дешифрирование космических снимков (рис. 2) на 47 квартал Нибегинского урочища Ягоднинского участкового лесничества Верхнекетского лесничества показало, что все четыре выдела (6, 8, 10 и 31) действительно представляют собой насаждения с преобладанием хвойных пород на большей части их площади. На космоснимке также отчетливо видны последствия вспышки массового размножения сибирского шелкопряда в 2016–2019 гг., в разных частях квартала, где росли древостои с преобладанием кедра (большая же часть 47 квартала занята сосновыми и березовыми насаждениями). Как и в Первомайском лесничестве, кедровники повреждены в сильной степени, потеряли биологическую устойчивость и погибли. Объекты химухода также пострадали. Например, полностью поврежден выдел 31, на 60–70 % – выдел 8 и на 5–10 % – выдел 10.



А Б

Рис. 2. Космоснимок квартала 47 Нибегинского урочища Ягоднинского участкового лесничества Верхнекетского лесничества с наложенной квартально-повыдельной схемой (А) и его изображение в индексе NDVI (Б)

Формирование насаждений, обработанных способом инъекции препаратом «Утал» в 1986 году (Самаровское лесничество), идет очень успешно (см. табл. 1), и кедр является абсолютно доминирующей породой, примесь других лесообразователей около 1 единицы состава. По таксационным показателям кедровник является высокопродуктивным и высокополнотным насаждением.

Реакция кедра сибирского на уровне древостоя на химуход показала (рис. 3), что, несмотря на сильную угнетенность роста кедровых молодняков под пологом производных лесов по сравнению с молодняками на вырубке [4], они после химической подсушки деревьев верхнего яруса характеризуются более выраженной положительной реакцией на улучшение условий роста.

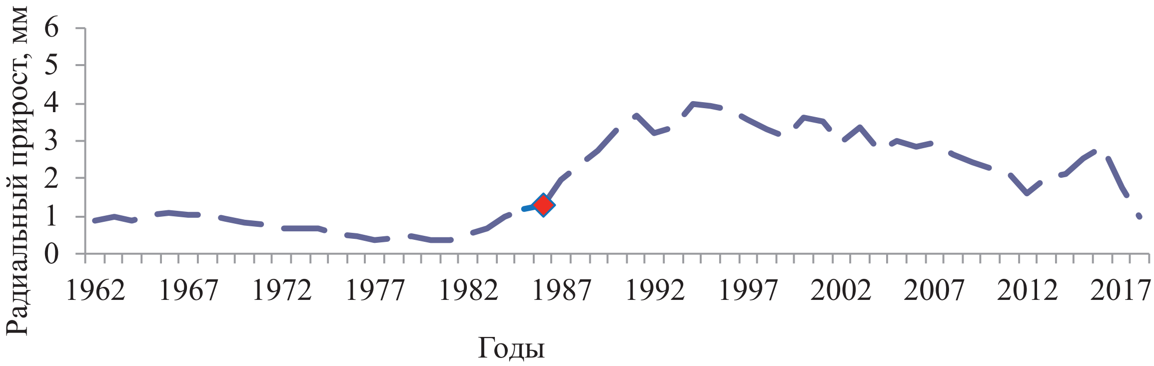


Рис. 3. Динамика радиального прироста кедра сибирского на объекте химухода в спелом вторичном насаждении

На данном экспериментальном участке с химическим уходом кедровый элемент древостоя сформировался из крупного подроста, причем 75 % приходится на одновозрастное поколение (81–91 год), а 25 % – на второе поколение (61–69 лет). Рост кедра обоих поколений характеризуется резким (в 3–3,5 раза) усилением радиального прироста после химухода. При этом различия в приросте между возрастными поколениями были как до ухода (критерий Манна-Уитни, $p = 0{,}0001 < 0{,}05$), так и после него (критерий Манна-Уитни, $p = 0{,}0001 < 0{,}05$). Кедр более молодой генерации среагировал на химуход сразу, и повышенный прирост сохраняется до сих пор. Старшее возрастное поколение имеет схожую динамику, но лесоводственный эффект носит характер постепенно убывающей кривой (табл. 2).

Таблица 2

Динамика радиального прироста элементов леса кедра сибирского на объектах химухода в Самаровском лесничестве в спелом вторичном насаждении

Элемент древостоя	Период, лет	Статистические показатели радиального прироста			
		$M \pm m$, мм	Lim, мм	σ, мм	CV, %
Крупный подрост 1-го поколения	1928–1985	0,6 ± 0,03	0,19–1,14	0,24	38,9
	1986–2018	2,1 ± 0,12	0,88–3,18	0,68	32,7
Крупный подрост 2-го поколения	1951–1985	1,3 ± 0,07	0,77–2,50	0,41	30,7
	1986–2018	4,9 ± 0,21	1,38–6,67	1,20	24,6

Обсуждая полученные результаты, следует рассмотреть некоторые промежуточные итоги лесоводственной оценки насаждений, формирующихся после авиахимобработки, на территории Верхнекетского лесничества [2]. В 2004–2005 годах сотрудниками ИМКЭС СО РАН под руководством И.А. Бех была заложена пробная площадь и дана сравнительная с необработанным арборицидом участком характеристика. В целом данные полевых исследований согласуются с нашими результатами. К примеру, на участке качественной химобработки, где заложена ПП, состав древостоя был 4К2П2Е1С1Б. Также хотелось бы отметить, что обработанная площадь молодняков в 1980 году составляла 460 га в 47 квартале Нибегинского урочища Ягоднинского участкового лесничества Верхнекетского лесничества [2]. А по нашим данным, общая площадь выделов, занятых кедром и рассмотренных в статье, равна 126,2 га или 29 %. То есть примерно треть площади авиахимобработки достигла цели. Но еще на 116,5 га или 27 % сформировались сосновые насаждения, что также можно отметить как позитивный эффект от обработки. Тем более что в сосняках почти везде присутствует кедр в количестве 1 единицы. На остальной площади сформировались берёзовые насаждения, в большинстве которых присутствует в составе древостоя около 3 единиц хвойных пород, в том числе кедра – 1 единица. Помимо участия в составе верхнего яруса, повсеместно под пологом отмечается не только кедровый, но и пихтовый и еловый подрост.

По кв. 22 Магалинского урочища Комсомольского участкового лесничества Первомайского лесничества, к сожалению, отсутствуют данные о площадях, подвергнутых обработке в 1981 году. Однако надо учитывать, тот факт, что это единственное лесничество, которое отдано в аренду полностью таким крупным холдингам, как ООО «Томлесдрев», которое имеет два завода по выпуску ЛДСП, и российско-китайскому ЗАО «РусКитИнвест», владеющему заводами МДФ, шпона, лесопиления. Анализ космоснимков показывает, что в силу распространения широколесосечной формы рубок по валочно-пакетирующей технологии (самая производительная техника), происходит широкомасштабная смена пород. На рисунке 1 видно, что непосредственно кв. 22 пройден рубкой практически полностью, как и смежные кварталы. В то же время на вырубках формируются смешанные молодняки, в составе которых достаточное количество темнохвойно-кедрового подроста. Проблема в том, что вырубает 50-гектарную лесосеку лесозаготовительный комплекс ВПМ + скиддер (два оператора) примерно за 7–10 дней, а обеспечить рубками осветления и прочистки молодняк, формирующийся на этой лесосеке, потребуются усилия минимум 15 человек. Важно также, что лесосеки, имеющие, как правило, максимально разрешенную площадь по 50 га, располагаются концентрированно, по угловому примыканию уступами по несколько зарубов, что оптимально при их авиационной обработке арборицидами.

Оценивая результаты применения инъекций для борьбы с нежелательной древесной растительностью, необходимо учесть больший лесоводственный эффект. На всей площади обработки сформировался почти чистый кедровник. Но стоит отметить, что за истекшие почти 40 лет трансформировалось понятие «малоценные породы». Береза повислая *Betula pendula* Roth и береза пушистая *Betula pubescens* Ehrh., которые в лесном хозяйстве обычно не разделяют, перестали считаться малоценными и уж тем более нежелательными. Более того, за последнее десятилетие, благодаря пристальному интересу китайских производителей к русской березе, закупочная цена на нее стабильно выше, чем на хвойную древесину. Поэтому применение такого метода как подсушка спелых и перестойных насаждений может иметь ограниченное распространение в многолесных регионах и только в отношении осины. Усовершенствование же метода инъекций происходит, в том числе – модернизация технического оснащения [19].

Выводы

Опыт по применению арборицидов путем авиационной обработки и инъекций для целей формирования кедровых насаждений в Томской области и Ханты-Мансийском автономном округе оценивается как положительный. По результатам авиахимобработки октиновым эфиром в дозе 3 кг/га по д.в. (Первомайское лесничество Томской области) доля кедра в составе достигла 40 %, а обработанных 2,4–Д бутиловым эфиром в дозе 2,7 кг/га по д.в. (Верхнекетское лесничество Томской области) – 30 %, что, согласно действующему лесному законодательству, позволяет отнести эти насаждения к кедровым, со статусом «особо защитный участок».

На примере обработанного участка в Верхнекетском лесничестве Томской области установлено, что такая картина характерна для 29 % обработанных арборицидом площадей. На 27 %

площади удалось сформировать насаждения с преобладанием сосны и участием кедра (около 1 единицы состава), что также оценивается как положительный лесоводственный эффект. На остальных 46 % площадей авиахимобработки сформировались березовые насаждения, также с участием кедра в составе древостоя (1 единица) и в подросте.

Дешифрирование свежих (19.10.2023) космических снимков подтвердило выводы, сделанные на основе анализа лесоустроительных материалов, и позволило актуализировать информацию о состоянии обработанных участков. Выяснилось, что вспышка массового размножения сибирского шелкопряда 2016–2019 годов частично затронула объекты химухода, особенно сильно повреждена половина выделов в Верхнекетском лесничестве.

Наибольший лесоводственный эффект наблюдается на объекте, обработанном инъекциями в 1986 году препаратом «Утал» (Самаровское лесничество ХМАО-Югра). Доля кедра в составе древостоя достигает 90 %, и прирост по диаметру ствола после химической подсушки вырос в 3–3,5 раза и обеспечил формирование высокопродуктивного и высокополнотного кедровника по типу припоселковых кедросадов.

Исследование было поддержано Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (госзадание ИМКЭС СО РАН, регистрационный номер проекта 1022042600048-9-1.5.1).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бельков, В.П. Регулирование травяного покрова в лесу / В.П. Бельков, А.Н. Мартынов, А.Я. Омельяненко. – М. : Лесная пром-сть, 1974. – 112 с.
2. Бех, И.А. Результаты авиахимобработки темнохвойно-лиственных молодняков в средней тайге Томской области / И.А. Бех, С.А. Кривец, В.В. Читоркин, Е.Н. Пац, Е.Н. Коровинская, С.Н. Скороходов // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2009. – № 2. – С. 63–69.
3. Данченко, А.М. Кедровые леса Западной Сибири / А.М. Данченко, И.А. Бех. – Томск : Томский гос. ун-т, 2010. – 421 с.
4. Дебков, Н.М. Динамика радиального прироста кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour при различных режимах рубок ухода / Н.М. Дебков // Изв. вуз. Лесной журнал. – 2019. – № 6. – С. 9–24.
5. Декатов, Н.Е. Химические меры борьбы с сорняками в лесном хозяйстве / Н.Е. Декатов. – М.-Л. : Гослесбумиздат, 1947. – 136 с.
6. Декатов, Н.Е. Химические средства борьбы с сорной растительностью в лесном хозяйстве / Н.Е. Декатов. – М.-Л. : Гослесбумиздат, 1958. – 132 с.
7. 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 / А.Б. Егоров. – СПб. : СПбНИИЛХ, 2002. – 336 с.
8. Егоров, А.Б. Система гербицидов для ухода за посевами хвойных пород в лесных питомниках / А.Б. Егоров, А.А. Бубнов // Изв. вуз. Лесной журнал. – 2013. – № 5. – С. 71–77.
9. Егоров, А.Б. Смеси современных гербицидов в борьбе с нежелательной растительностью в лесном хозяйстве / А.Б. Егоров, А.Н. Гусева // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2011. – Вып. 197. – С. 70–79.
10. Егоров, А.Б. Создание культур сосны и ели на невозделываемых сельхозземлях с применением современных гербицидов / А.Б. Егоров, А.М. Постников // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2011. – Вып. 195. – С. 29–38.
11. Мартынов, А.Н. Применение раундапа в лесу / А.Н. Мартынов, А.Н. Красновидов, А.В. Фомин. – СПб. : СПбНИИЛХ, 1998. – 148 с.
12. Масленков, П.Г. Химический уход за кедровыми молодняками Западного Саяна / П.Г. Масленков // Процессы лесовосстановления в Сибири. – Красноярск : Ин-т леса и древесины, 1974. – С. 59–63.
13. Методические рекомендации по испытанию и лесоводственной оценке арборицидов и гербицидов / ВНИИ химизации лесного хозяйства. – М. : ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1985. – 30 с.
14. Моисеев, Н.А. Леса России: проблемы, решения (вопросы экономики и организации управления) / Н.А. Моисеев. – М. : Вектор-Тис, 2010. – 632 с.
15. Наставление по химическому уходу за лесными питомниками, культурами и молодняками для лесной

и лесостепной зон Урала и Западной Сибири. – М. : ВНИИЛМ, 1985. – 56 с.
16. Писаренко, А.И., Лесное хозяйство России от пользования – к управлению / А.И. Писаренко, В.В. Страхов. – М. : Юриспруденция, 2004. – 552 с.
17. Формирование кедровников из смешанных насаждений химическим уходом в южной тайге Западной Сибири : Этап 3. Разработать региональные технологии применения химических средств при лесовыращивании : отчет о НИР (заключ.) / ВНИИХлесхоз ; рук. Мишуков Н.П. ; исполн.: Иванов А.Н. [и др.]. – Новосибирск, 1990. – 33 с. – Библиогр.: с. 31–33. – Инв. № 1990/1.
18. Чижов, Б.Е. Лесоводственно-биологические основы регулирования травяно-кустарничкового покрова при лесовосстановлении (на примере южной тайги, предлесостепи и лесостепи Западной Сибири) : дис. … д-ра с.-х. наук : 06.03.01 / Б.Е. Чижов. – СПб. : СПбНИИЛХ, 2004. – 394 с.
19. 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 // Лесохозяйственная информация. – 2015. – № 1. – С. 42–49.
20. Шутов, И.В. Применение арборицидов в лесу / И.В. Шутов, А.Н. Мартынов. – М. : Лесная пром-сть, 1982. – 207 с.
21. Шутов, И.В. Применение гербицидов при лесовыращивании / И.В. Шутов. – М. : Лесная пром-сть, 1967. – 188 с.

REFERENCES

1. Bel'kov V.P., Martynov A.N., Omel'yanenko A.Ya. Regulirovanie travyanogo pokrova v lesu [Regulation of grass cover in the forest]. Moscow, 1974, 112 p. (In Russian).
2. Bekh I.A., Krivets S.A., Chitorkin V.V., Pats E.N., Korovinskaya E.N., Skorokhodov S.N. Rezul'taty aviakhimobrabotki temnokhvojno-listvennykh molodnyakov v srednej tajge Tomskoj oblasti [Results of aerial chemical treatment of dark coniferous-deciduous young forests in the middle taiga of the Tomsk region]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya [Bulletin of Tomsk State University. Biology]*, 2009, no. 2, pp. 63–69. (In Russian).
3. Danchenko A.M., Bekh I.A. Kedrovye lesa Zapadnoj Sibiri [Cedar forests of Western Siberia]. Tomsk, [Tomsk State university], 2010, 421 p. (In Russian).
4. Debkov N.M. Dinamika radial'nogo prirosta kedra sibirskogo *Pinus sibirica* Du Tour pri razlichnykh rezhimakh rubok ukhoda [Dynamics of radial growth of Siberian pine *Pinus sibirica* Du Tour under different thinning regimes]. *Lesnoj zhurnal [Izv. University. Forest Journal]*, 2019, no. 6, pp. 9–24. (In Russian).
5. Dekatov N.E. Khimicheskie mery bor'by s sornyakami v lesnom khozyajstve [Chemical weed control measures in forestry]. Moscow-Leningrad, [Goslesbumizdat], 1947, 136 p. (In Russian).
6. Dekatov N.E. Khimicheskie sredstva bor'by s sornoj rastitel'nost'yu v lesnom khozyajstve [Chemical means of weed control in forestry]. Moscow-Leningrad, [Goslesbumizdat], 1958, 132 p. (In Russian).
7. Egorov A.B. Lesovodstvenno-tekhnologicheskie osnovy lesovosstanovleniya s primeneniem khimicheskogo metoda v usloviyakh Evropejskoj chasti taezhnoj zony Rossii [Silvicultural and technological foundations of reforestation using the chemical method in the conditions of the European part of the taiga zone of Russia]. Doctor’s thesis. Saint Petersburg, 2002, 336 p. (In Russian).
8. Egorov A.B., Bubnov A.A. Sistema gerbitsidov dlya ukhoda za posevami khvojnykh porod v lesnykh pitomnikakh [Система гербицидов для ухода за посевами хвойных пород в лесных питомниках]. *Lesnoj zhurnal [Izv. University. Forest Journal]*, 2013, no. 5, pp. 71–77. (In Russian).
9. Egorov A.B., Guseva A.N. Smesi sovremennykh gerbitsidov v bor'be s nezhelatel'noj rastitel'nost'yu v lesnom khozyajstve [Mixtures of modern herbicides in the fight against unwanted vegetation in forestry]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoj akademii [News of the St. Petersburg Forestry Academy]*, 2011, vol. 197, pp. 70–79. (In Russian).
10. Egorov A.B., Postnikov A.M. Sozdanie kul'tur sosny i eli na nevozdelyvaemykh sel'khozzemlyakh s primeneniem sovremennykh gerbitsidov [Creation of pine and spruce crops on uncultivated agricultural land using modern herbicides]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoj akademii [News of the St. Petersburg Forestry Academy]*, 2011, vol. 195, pp. 29–38. (In Russian).
11. Martynov A.N., Krasnovidov A.N., Fomin A.V. Primenenie raundapa v lesu [Application of Roundup in the forest]. Saint Petersburg, 1998, 148 p. (In Russian).
12. Maslenkov P.G. Khimicheskij ukhod za kedrovymi molodnyakami Zapadnogo Sayana [Chemical care

for young pine trees in Western Sayan]. *Protsessy lesovosstanovleniya v Sibiri [Reforestation processes in Siberia].* Krasnoyarsk, Institute of forest and wood, 1974, pp. 59–63. (In Russian).
13. Metodicheskie rekomendatsii po ispytaniyu i lesovodstvennoj otsenke arboritsidov i gerbitsidov [Methodological recommendations for testing and silvicultural assessment of arboricides and herbicides. All-Russia Research Institute of Chemicalization of Forestry]. *VNII khimizatsii lesnogo khozyajstva*. Moscow, CBNTI of the USSR State Forestry, 1985, 30 p. (In Russian).
14. Moiseev N.A. Lesa Rossii: problemy, resheniya (voprosy ehkonomiki i organizatsii upravleniya) [Forests of Russia: problems, solutions (issues of economics and management organization)]. Moscow, *Vector-Tee*, 2010, 632 p. (In Russian).
15. Nastavlenie po khimicheskomu ukhodu za lesnymi pitomnikami, kul'turami i molodnyakami dlya lesnoj i lesostepnoj zon Urala i Zapadnoj Sibiri [Manual on chemical care of forest nurseries, crops and young trees for forest and forest-steppe zones of the Urals and Western Siberia]. Moscow, VNIILM, 1985, 56 p. (In Russian).
16. Pisarenko A.I., Strakhov V.V. Lesnoe khozyajstvo Rossii ot pol'zovaniya – k upravleniyu [Russian forestry from use to management]. Moscow, Jurisprudence, 2004, 552 p. (In Russian).
17. Formirovanie kedrovnikov iz smeshannykh nasazhdenii khimicheskim ukhodom v yuzhnoi taige Zapadnoi Sibiri [Formation of Siberian pine forests from mixed stands by chemical care in the southern taiga of Western Siberia] : Etap 3. Razrabotat' regional'nye tekhnologii primeneniya khimicheskikh sredstv pri lesovyrashchivanii : otchet o NIR (zaklyuch.). VNIIKhleskhoz [Stage 3. Develop regional technologies for the use of chemicals in forest growing: research report (conclusion) / VNIIkhleskhoz] ; ruk. Mishukov N.P. ; ispoln.: Ivanov A.N. [i dr.]. Novosibirsk, 1990, 33 p. Bibliogr.: pp. 31–33. Inv. № 1990/1. (In Russian).
18. Chizhov B.E. Lesovodstvenno-biologicheskie osnovy regulirovaniya travyano-kustarnichkovogo pokrova pri lesovosstanovlenii (na primere yuzhnoj tajgi, predlesostepi i lesostepi Zapadnoj Sibiri) [Silvicultural-biological bases for regulating grass and shrub cover during reforestation (using the example of the southern taiga, pre-forest-steppe and forest-steppe of Western Siberia)]. Doctor's thesis. Saint Petersburg, 2004, 394 p. (In Russian).
19. Chizhov B.E., Shtol' V.A., Gerasimova M.V., Glukhareva M.V. Sovershenstvovanie khimicheskogo metoda podsushki nezhelatel'nykh derev'ev pri ukhode za lesom [Improving the chemical method of drying unwanted trees when caring for forests]. *Lesokhozyajstvennaya informatsiya [Forestry information]*, 2015, no. 1, pp. 42–49. (In Russian).
20. Shutov I.V., Martynov A.N. Primenenie arboritsidov v lesu [Application of arboricides in the forest]. Moscow, Forestry industry, 1982, 207 p. (In Russian).
21. Shutov I.V. Primenenie gerbitsidov pri lesovyrashhivanii [Use of herbicides in forest growing]. Moscow, Forestry industry, 1967, 188 p. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 5.02.2024