

Научная статья
УДК 630.2
EDN DOTMRI
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.2.01

Совершенствование лесоводственной системы переформирования лиственно-хвойных насаждений в хвойные

Владимир Иванович Желдак¹

доктор биологических наук

Эльвира Валерьевна Дорощенко²

Аннотация. В связи с большим распространением, накоплением и ограниченным освоением лесной промышленностью древостоев мягколиственных пород для заготовки древесины, вопросы эффективного целевого выращивания и использования сложных лиственно-хвойных насаждений (с древостоем мягколиственных пород и поколением хвойных под пологом) сохраняют актуальность на протяжении многих десятилетий. Острота их решения возрастает в рамках современной глобальной проблемы изменения климата и необходимости повышения уровня депонирования углерода лесами. В работе рассматриваются варианты оптимизации содержания сложных лиственно-хвойных насаждений на основе развития существующей системы переформирования таких насаждений в хвойные (и хвойно-лиственные) в сочетании с интенсивным выращиванием в целях максимальной реализации потенциала их производительности (прироста), и соответственно, повышения уровня депонирования и консервации углерода, получения древесины, биомассы для производства изделий длительного пользования, а также продуктов биоэнергетики (замены ископаемых углеводородов). Реализация разработки обеспечивается внесением изменений и дополнений в нормативные правовые документы (Правила ухода за лесами).

Ключевые слова: сложные лиственно-хвойные насаждения, переформирование насаждений, системы лесоводственных мероприятий, уход за лесами.

Для цитирования: Желдак В.И., Дорощенко Э.В. Совершенствование лесоводственной системы переформирования лиственно-хвойных насаждений в хвойные. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2025. № 2. С. 5–28. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.2.01. <https://elibrary.ru/dotmri>.

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заведующий лабораторией, старший научный сотрудник (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), lesvig@yandex.ru

² Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заведующий отделом (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), forestvniilm@yandex.ru

Original article

EDN DOTMRI

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.2.01

Improvement of Silvicultural System for Conversion of Deciduous-Coniferous Plantations into Coniferous Ones

Vladimir I. Zheldak¹

Doctor of Biological Sciences

Elvira V. Doroshenkova²

Abstract. Due to big spread, accumulation and limited utilization of softwood stands by forest industry for harvesting issues of efficient targeted production and use mixed hardwood softwood plantations (with softwood species forest and coniferous undergrowth) is urgent over many decades. Its solution urgency is growing given current global change challenge and need to raise carbon sequestration by forests. The paper reviews forest treatment options for mixed hardwood softwood stands based on development of current reshaping pattern of such stands into coniferous (softwood\hardwood) in combination with intensive production targeted at its maximum performance (growth) implementation and respective carbon sequestration and conservation rise, timber and biomass production for durable goods production as well as bio-energy products (fossil fuel substitution)/ Development implementation is provided by introduction of amendments and updates to available regulations (Forest treatment rules).

Key words: mixed hardwood softwood stands, stand reshaping, silvicultural operation package, forest treatment

For citation: Zheldak V., Doroshenkova E. Improvement of Silvicultural System for Conversion of Deciduous-Coniferous Plantations into Coniferous Ones. – Text : electronic // Forestry Information. 2025. № 2. P. 5–28. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.2.01. <https://elibrary.ru/dotmri>.

¹ All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Manager laboratory, Senior Researcher (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), lesvig@yandex.ru

² All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Department Manager (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), forestvniilm@yandex.ru

Введение

Несмотря на исторически известный более чем 150-летний опыт переформирования насаждений с древостоем мягколиственных пород в первом ярусе и хвойными во втором ярусе и подросте в хвойные и хвойно-лиственные [1, 2], проблема применения эффективных лесоводственных мероприятий в них в современном понятии – переформирования нецелевых или потенциально-целевых сложных лиственно-хвойных насаждений (ЛХН) в хвойные – сильно обострилась в 1970–1980 гг. и сохраняет свою актуальность. Это связано с массовым накоплением во второй половине XX в. средневозрастных, припевающих, спелых производных мягколиственных древостоев с подростом хвойных (преимущественно ели, пихты) на месте вырубленных в 1930–1950 гг. хвойных древостоев, особенно сплошными концентрированными рубками – лесосеками площадью до 200 га – с ежегодным их примыканием и неудовлетворительным восстановлением хвойных древостоев при наличии естественного возобновления хвойных, а также закладке лесных культур, не обеспеченных уходом [3, 4, 5].

В результате многолетних исследований, проведенных в основном во второй половине XX в. и продолжающихся в первые десятилетия XXI в., наукой накоплены материалы, характеризующие эффективность различных вариантов мероприятий, проводимых в сложных лиственно-хвойных насаждениях, и разработаны лесоводственные системы переформирования их в хвойные различного целевого назначения, преимущественно эксплуатационных, а также защитных лесов [6–11]. С использованием материалов исследований разрабатывались методические документы (рекомендации) по применению лесоводственных мероприятий – рубок ухода и главного пользования в мягколиственных насаждениях со вторым ярусом и подростом хвойных пород [12, 13].

На основе комплексных исследований институтов лесного хозяйства и лесной промышленности с учетом обобщения результатов и разработок предшествующих НИР в конце 1990-х гг. было разработано Руководство по организации

и технологии рубок главного и промежуточного пользования в мягколиственных насаждениях со вторым ярусом и подростом хвойных пород [14]. Фактически в положениях этого документа получили систематизированное отражение накопленные к концу XX в. данные научных исследований и проверенные на практике разработки по проблеме переформирования сложных лиственно-хвойных насаждений в хвойные, которые и использовались в той или иной мере (неполно) в нормативных правовых документах (НПД), в том числе в Правилах ухода за лесами [15]. В своей основе они сохранили значение для регламентирования мероприятий по переформированию мягколиственных насаждений со вторым ярусом и подростом хвойных пород в целевые хвойные с учётом специфики эксплуатационных и защитных лесов. Однако полученной в результате многолетних исследований научной разработкой и тем более сформированными на ее основе положениями НПД не обеспечивается в полной мере решение задач эффективного содержания и использования сложных лиственно-хвойных насаждений, к тому же с учётом обострившихся в последние десятилетия экологических проблем, в частности связанных с изменением климата [16–18], и в значительной мере на этом фоне меняющимся социальным отношением к лесам как к важнейшему компоненту окружающей природной среды.

Цель работы – совершенствование системы выращивания сложных лиственно-хвойных насаждений и переформирования их в хвойные и хвойно-лиственные с учётом обострения экологических проблем, связанных с изменением климата и нарастающим антропогенным воздействием на леса, усилением в социуме экологической средообразующей значимости лесов.

Для достижения цели решены следующие задачи:

- ✓ дана оценка состояния научной базы и практической реализации мероприятий по выращиванию сложных лиственно-хвойных насаждений, переформированию их в хвойные и необходимости её дополнения;

- ✓ осуществлена корректировка, уточнение и дополнение составляющих существующей комплексной системы лесоводственных мероприятий по переформированию лиственно-хвойных насаждений с учетом решения современных экологических проблем;
- ✓ определены меры реализации полученной разработки в системе законодательного регулирования и нормативно-правового регламентирования мероприятий по выращиванию насаждений мягколиственных пород с поколением тёмнохвойных в подросте и различных частях полога древостоя и преобразованию их в целевые хвойные и хвойно-лиственные;
- ✓ разработана принципиальная схема развития и эффективного применения системы выращивания – переформирования сложных лиственно-хвойных насаждений.

Методы и материалы исследований

Решение задач базируется на использовании системного исторически преемственного приоритетно-целевого метода лесоводства – рассмотрения и изучения сложившегося за более чем 150-летний период осуществления интенсивных рубок ухода в сформировавшихся лиственно-хвойных насаждениях (с древостоем, первым ярусом мягколиственных пород и поколением хвойных в подросте, втором ярусе) особого сложного вида (системы) лесоводственных мероприятий по переформированию этих насаждений в хвойные с оценкой соответствия его по основным характеристикам современным условиям и целевым установкам содержания лесов и лесопользования, с внесением необходимых изменений в основные приёмы и определяющие показатели мероприятий по переформированию, по существу, потенциально-целевых хвойных насаждений, а также с дополнением положений законодательного нормативно-правового регламентирования всего комплекса мероприятий

системы выращивания – переформирования сложных лиственно-хвойных насаждений для обеспечения их эффективной практической реализации. В качестве материалов исследований использовались данные литературных источников о появлении и развитии мероприятий по преобразованию лиственно-хвойных насаждений (независимо от меняющихся названий), а также положения законодательства, нормативных правовых и методических документов, регламентирующих рассматриваемые мероприятия.

Результаты и обсуждение

1. Оценка состояния научной базы и практической реализации мероприятий системы выращивания лиственно-хвойных насаждений, переформирования их в хвойные и необходимости её дополнения

Учитывая более высокую ресурсную ценность хвойных древостоев в сравнении с мягколиственными при традиционном ведении лесного хозяйства, ориентированном на главное пользование древесиной, а также их долговечность, эффективное выполнение основных экологических функций – водоохраных, защитных и др. – в образующихся (в определённых лесотипологических условиях коренных хвойных пород после сплошных рубок, утраты древостоев в связи с пожарами, патологией) насаждениях с преобладанием легко возобновляющихся быстрорастущих мягколиственных пород применялись в основном в разных вариантах мероприятия по уходу за молодняками (осветления), осуществляемые обычно путём неоднократной вырубki лиственных и целевым формированием древостоев хвойных пород на стадии молодняков. В связи с отрицательными последствиями многократного выращивания чистых хвойных древостоев (утратой ими естественных природных свойств, биоразнообразия и устойчивости), что наиболее ярко проявилось в западноевропейских странах с развитым лесным хозяйством

уже с XVIII–XIX вв., в последние десятилетия XX в. ведение лесного хозяйства было в значительной мере переориентировано на выращивание насаждений с древостоями смешанного породного состава, в том числе хвойно-лиственных, особенно в защитных лесах. При этом принципиальный подход к формированию целевых молодняков путём вырубki (в том числе многократной) мягколиственных сохранился. Для участков, где произошла смена пород и сформировались сложные лиственно-хвойные насаждения с первым ярусом лиственных пород и хвойными, в основном в подросте и втором ярусе, со временем были разработаны мероприятия (лесоводственные рубки) по переформированию таких насаждений в хвойные или с преобладанием хвойных пород.

В процессе многолетних исследований и обобщения результатов всего исторического опыта проведения мероприятий по переформированию лиственно-хвойных насаждений накоплены научные данные, характеризующие эффективность различных вариантов этих мероприятий с учетом разнообразия исходного породного состава, возраста и других показателей как лиственных пород древостоя, так и хвойных в виде подростa, второго яруса, при разной интенсивности и повторяемости проводимых рубок переформирования, специфики применяемых технологий и технических средств их реализации [1, 7–9, 19, 20]. При этом эффект применения мероприятий по переформированию в изучаемых насаждениях оценивался в сокращении сроков выращивания хвойных насаждений после рубок переформирования (РбкПрф) в пределах 25–40 лет, получении качественной древесины лиственных пород при своевременной вырубке их в насаждении, исключении необходимости проведения затратных мероприятий по созданию лесных культур, поддержании непрерывного выполнения лесом экологических функций [5, 8, 10, 19, 20]. Проведением интенсивных рубок переформирования насаждений обеспечивается также решение конкретных задач воспроизводства лесных ресурсов и целевого лесопользования, в том числе получение балансов и др. сортиментов [4, 7, 8].

В процессе выполнения НИР по тематике органов управления лесным хозяйством, опытной проверки и освоения научных разработок по переформированию лиственно-хвойных насаждений на практике вырабатывалась и совершенствовалась определённая нормативно-методическая база регламентирования этих мероприятий, получившая отражение в методических документах [12–14, 21], а затем и нормативных документах (правилах, наставлениях), в том числе в действующих Правилах ухода за лесами [15]. При этом в состав основных видов мероприятий по переформированию лиственно-хвойных насаждений включены: двух-трёхприёмные интенсивные рубки переформирования исходных высокополнотных насаждений с более или менее угнетённым подростом и вторым ярусом хвойных для постепенной адаптации их к меняющимся в связи с рубками условиями, а также в целях доразживания разреженных лиственных древостоев для получения ценного фанерного сырья; одноприёмные рубки переформирования с полным удалением лиственных, образующих низкополнотный древостой со слабоугнетённым подростом; обычно одно-, но может быть и двухприёмные РбкПрф с оставлением части тонкомерных деревьев лиственных пород для сохранения устойчивости и содействия улучшению адаптации угнетённого подростa и деревьев второго яруса к резко меняющимся условиям при снижении затрат на заготовку древесины [5, 8, 14, 15].

Таким образом, уже к концу XX – началу XXI в. лесоводственной наукой на основе многолетних исследований сформирована система нормативно-методического и правового обеспечения осуществления эффективных мероприятий по преобразованию (переформированию) сложных лиственно-хвойных насаждений в хвойные [14, 15]. Потенциальных объектов применения этих мероприятий на землях лесного фонда субъектов Российской Федерации зоны хвойно-широколиственных (смешанных) лесов и таёжной зоны в европейской части страны более чем достаточно. По данным государственного лесного реестра, в выделенных в качестве

модельных областях – Ивановской (район хвойно-широколиственных лесов), Костромской (южно-таёжный район) и Вологодской (расположенной, по существу, в южно-таёжном и средне-таёжном районах европейской части Российской Федерации¹) площадь только средневозрастных и приспевающих насаждений мягколиственных пород составляет соответственно $\approx 58\%$, 57 и 48% общей площади насаждений этих возрастных групп и 33%, 26, 14% общей площади лесов. Учитывая, что, по данным литературных источников [5, 10, 22], обеспеченность достаточным количеством подростов хвойных (преимущественно ели и пихты) этих насаждений составляет не менее 50%, сложные лиственно-хвойные насаждения – основные объекты переформирования – занимают в среднем около 16,5% общей площади лесов в Ивановской обл., 13% в Костромской, 6,8% в Вологодской обл., а вместе со спелыми и перестойными в Ивановской обл. – 27,2%, в Костромской – 25,1%, в Вологодской – 20,5%, при том что использование расчётной лесосеки по мягколиственному хозяйству за 2022 г. в Ивановской обл. составляет 60,9%, в Костромской – 43,5%, в Вологодской – 47%. Общая площадь объектов переформирования насаждений может быть значительно увеличена (расширена), если в неё включить участки с недостаточной обеспеченностью подростом хвойных (50–80% от полного количества, установленного нормативными документами), которые можно переформировать в ценные хвойно-лиственные, эффективно выполняющие экологические функции.

В то же время, несмотря на отмеченную в литературных источниках и подтверждённую опытом (в том числе в промышленных масштабах в 1980-х гг.)² не только лесоводственно-экологическую, но и эксплуатационную, экономическую эффективность рубок переформирования средневозрастных, приспевающих лиственно-хвойных насаждений в хвойные, эти мероприятия оказываются, как правило, мало востребованными на практике. При анализе лесных планов субъектов РФ установлено, что только в отдельных

субъектах планируется проведение рубок переформирования. По отчётным данным, представленным в форме, содержащей сведения об отводе лесосек и рубках лесных насаждений в течение последних трёх лет (2020–2022 гг.), рубки ухода – переформирования насаждений – проводятся на небольших площадях: в 2020 г. – 151 га, в 2021 г. – 575 га, в 2022 г. – 534 га, в основном в Приволжском (республики Татарстан и Марий Эл) и Сибирском (Новосибирская, Кемеровская области) федеральных округах. В Вологодской обл. рубки переформирования проводились в 2020 г. на площади 3,7 га, в 2021 г. – 56,0 га, в 2022 г. – 9,3 га, а в выделенных для анализа субъектах Костромской и Ивановской областей вообще не проводились.

Возможно, это связано с действием комплекса факторов – наличием выбора для рубки – заготовки древесины более ценных хвойных древостоев, потребностью рынка в лесоматериалах хвойных пород, соответственно проектированием при лесоустройстве рубок для заготовки древесины в этих насаждениях, а также недостаточным развитием переработки древесины мягколиственных пород, в том числе для производства продуктов биоэнергетики, недостатком инвестиций и мотивации лесопользователей для решения таких задач.

Существуют также недостатки в содержании системы лесоводственных мероприятий (СЛВ) переформирования лиственно-хвойных насаждений (ПрфЛХН), отражении их в законодательном регулировании и нормативном правовом регламентировании, организации и управлении применением этих мероприятий, освоении фонда лиственно-хвойных насаждений с созданием условий для преимущественного проектирования и своевременного эффективного их проведения.

В частности, существующая система переформирования лиственно-хвойных насаждений ориентирована, в основном, на решение традиционных задач восстановления хвойных древостоев – воспроизводства ценных лесных ресурсов и заготовку древесины, имеет высокую

¹ Независимо от меняющихся названий лесных районов.

² В Костромской обл. рубки переформирования осуществлялись на общей площади около 50 тыс. га в 1980-е гг. [10].

лесоводственно-экологическую эффективность, которая в принятой системе управления остаётся, по существу, сопутствующей. Это соответствует фактически общей концептуальной установке лесного законодательства, отражающейся в значительной мере в целях освоения эксплуатационных лесов – максимального получения высококачественной древесины при сохранении экологических свойств лесов (часть 3 ст. 12 Лесного кодекса РФ).

К недостаткам нормативного регламентирования этих мероприятий относятся, кроме того: установление ограничений начала применения их в средневозрастных насаждениях, продолжение в приспевающих с неопределённым завершением в насаждениях старшего возраста; замена их нередко при проектировании добровольно-выборочными или длительно-постепенными (предназначенными для других насаждений) рубками; недостаточная дифференциация по стадиям цикла динамики лесных насаждений и по целевому назначению; традиционное рассмотрение их, как и всех рубок, по существу, в качестве рубок ресурсного лесопользования – заготовки древесины с запретом применения в насаждениях определённых категорий защитных лесов, на особо защитных участках лесов и тех видов и вариантов (обновления, переформирования, части мероприятий по реконструкции), которые для них фактически были разработаны.

Практически остаётся не используемым даже на уровне нормативного регламентирования и методического обеспечения потенциал преобразования участков насаждений мягколиственных пород с недостаточным количеством хвойных под пологом (обеспеченных подростом и деревьями второго яруса на 50–80% от нормативного), из которых можно создавать рубками переформирования, в том числе в сочетании с другими лесоводственными мероприятиями (содействия лесовозобновлению и др.), экологически ценные хвойно-лиственные насаждения с преобладанием хвойных в составе.

Значительная корректировка регламентирования лесоводственного режима содержания (выращивания) требуется для насаждений, близких

по породному составу к лиственно-хвойным (или являющихся такими по существу), особенно старших возрастов, относящихся по нормативному распределению к хвойно-лиственным или хвойным с большим участием в составе лиственных пород (не вырубленных при формировании молодняков или/и возобновившихся повторно после рубок ухода) – до 4–5 и даже 7 единиц при целевой породе кедр, в которых требуется применение сложных интенсивных лесоводственных рубок, сочетающих элементы основных видов (прореживания – Прж, проходные – Пхр, сохранения – Схр, обновления – Обн) и переформирования насаждений – Прф.

Существенное совершенствование систем выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений (ВрщПрфЛХН) целесообразно и в связи с необходимостью решения проблемы смягчения изменения климата и его последствий, повышения уровня депонирования углерода лесами.

2. Уточнение и дополнение составляющих существующей комплексной лесоводственной системы выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений с учётом решения современных экологических проблем

2.1. Расширение состава видов переформирования производных лиственно-хвойных насаждений и переход к комплексной системе лесоводственных мероприятий производного-переходного (переформировательного) – основного типов

В целях устранения отмеченных и других недостатков рассматриваемой СЛВ, более полной реализации природного экологического и ресурсного потенциала лиственно-хвойных насаждений для решения актуальных проблем содержания лесов и лесопользования, в том числе связанных с изменением климата, и социального отношения к лесам как важнейшему компоненту

окружающей природной среды, с учётом накопленных материалов научных исследований и разработок, на основе существующей системы переходного типа – переформирования насаждений с древостоями мягколиственных пород и подпологовым поколением хвойных – целесообразно сформировать комплексную систему или комплекс приоритетно-целевых систем лесоводства (КПЦСЛВ) выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений, расширяющую возможности целевого эффективного лесоводственного воздействия её мероприятиями на лесные экосистемы на разных стадиях их динамики или цикла лесовоспроизводства. Это относится к каждой составляющей комплекса ПЦСЛВ – производного (Прз), переформировательного (Прф), основного (Осн) типов – соответственно выращивания производных потенциально-целевых лиственно-хвойных насаждений, их переформирования, доразвивания хвойных и в целом к КПЦСЛВ: /Прз/Прф/Осн/ с реализацией интегрального (синергетического) эффекта.

При этом видовой состав мероприятий по переформированию лиственно-хвойных насаждений, включающий виды, базирующиеся на специфике их лесоводственно-технических характеристик (показателей) – одноприёмные и двух-трёхприёмные, в том числе чересполосные рубки переформирования с полным удалением деревьев лиственных пород и оставлением части (сомкнутостью менее 0,3) тонкомерных деревьев для улучшения адаптации угнетенного подроста к резко меняющимся условиям, сохраняет свое значение. В то же время основной состав

сложившихся видов переформирования (стадий средневозрастных, приспевающих насаждений) целесообразно дополнить переформированием фактически сформировавшихся уже лиственных древостоев с подростом хвойных на стадии жердняков (II класс возраста) – прореживаний, а также на стадии сохранения сформировавшихся или сформированных насаждений, которая может продолжаться несколько классов возраста, особенно в защитных лесах. Это значительно расширит традиционную совокупность объектов применения мероприятий (объектную базу) переформирования лиственно-хвойных насаждений – фактически от стадии прореживаний до стадии смены поколений леса, на которой также предусматривается уход за поколением хвойных, сохранивших потенциал образования целевых продуктивных хвойных насаждений (со сменой пород), соответствующих лесорастительным условиям (рис. 1).

Включение в состав исходных объектов переформирования мягколиственных насаждений с недостаточным количеством хвойных под пологом с выделением для них отдельного комплекса мероприятий лесоводства сохраняет возможность использования в нём того же состава видов лесоводственных рубок, в том числе узловых – переформирования насаждений, с внесением в них определённой корректировки методов отбора деревьев на выращивание и в рубку в разных частях участка (группах, куртинах хвойных и лиственных) – с преобладанием и недостатком, отсутствием хвойных и соответственно нормативов – в частности, интенсивности рубки,

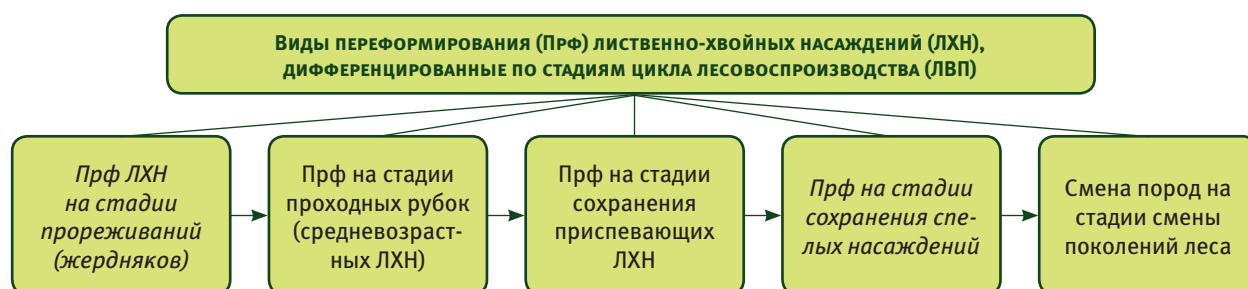


Рис. 1. Состав видов мероприятий расширенной системы переформирования лиственно-хвойных насаждений до смены поколений леса (смены пород)

связанной со спецификой (различием) породного состава и формы насаждения.

Кроме того, в связи с образованием по разным причинам не только на стадии формирования, но и сохранения насаждений смешанного породного состава с преобладанием или большим участием мягколиственных пород в разных ярусах, частях полога (высоковозрастных, в том числе перестойных деревьев, включая появившиеся в результате повторного, в основном вегетативного возобновления, после проведённых рубок ухода) и с подростом хвойных – своеобразных переходных объектов лесоводства, по существу, типичных (классических) видов рубок ухода и переформирования насаждений, требующих применения и особых нормативов режима интенсивного ухода за насаждениями, целесообразно выделить также соответствующие им сложные (комбинированные) варианты мероприятий, характеризующиеся сочетанием свойств основных видов ухода и переформирования насаждений: прореживания – переформирования; проходные рубки – переформирования по стадиям динамики насаждений; рубки ухода сохранения – переформирования; обновления – переформирования, смена, восстановление целевого состава пород (ПржПрф, ПрхПрф, СхрПрф, ОбнПрф). Выделение таких объектов лесоводства и соответствующих им комбинированных видов (вариантов) мероприятий позволит устанавливать для них в разной мере высокоинтенсивные режимы ухода (не ведущие к нарушению устойчивости и снижению экологической и ресурсной

продуктивности насаждений), обеспечивающие переход к выращиванию целевых насаждений на любой стадии цикла лесовоспроизводства, повышение эффективности решения ресурсных и экологических задач содержания лесов и лесопользования (рис. 2).

2.2. Выделение одно-трёхэтапных комплексов приоритетно-целевых лесоводственных систем выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений

В связи с большим различием возраста хвойных, их высоты, степени угнетённости, а также распространения по площади (относительно равномерно, группами, куртинами), в том числе и за счёт частичного уничтожения подроста предварительного возобновления при рубках смены поколений леса, также попадающих под полог обычно обильно возобновляющихся быстрорастущих мягколиственных пород, потребность в проведении рубок переформирования возникает на разных стадиях роста мягколиственных, начиная с прореживаний в жердняках (15–20 лет), когда возраст хвойных может быть в 2–3 раза выше и их необходимо срочно освобождать из-под полога на доращивание с возможным использованием вырубаемых деревьев мягколиственных пород – максимум для заготовки тонкомерных сортиментов, биомассы для производства биотоплива, щепы и др. материалов. Соответственно для подобных участков насаждений независимо от их происхождения с подростом, переходящим

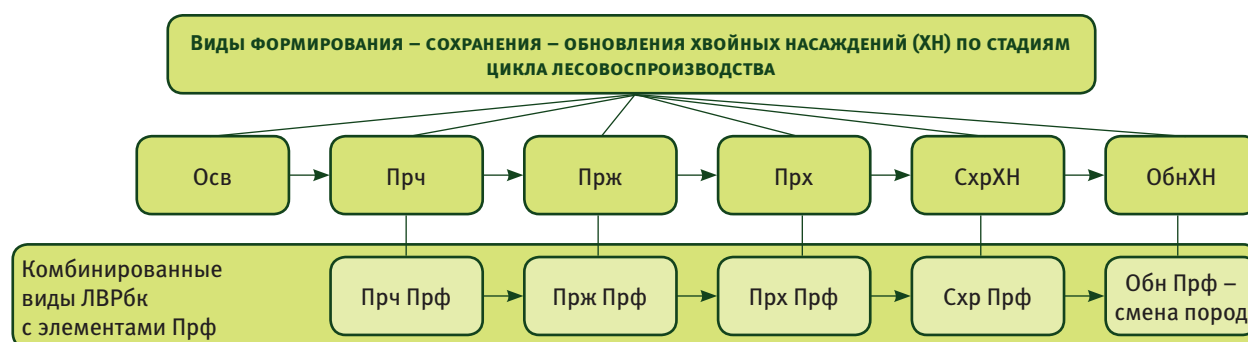


Рис. 2. Комбинированные варианты основных видов рубок ухода с элементами переформирования насаждений

в категорию крупного, и деревьев второго яруса формируется и применяется многовариантный тип «выращивания с однократным переформированием» (I Тип ВрщПрфЛХН), реализуемый соответствующим комплексом КПЦСЛВ.

В то же время при возобновлении хвойных спустя 10–20 лет после лиственных, особенно берёзы, при переформировании ЛХН на стадии средневозрастных (30–40 лет) по завершении периода максимального среднего прироста и получении тонкомерных сортиментов (балансов и др.) до возраста приспевающих хвойных (представленных при рубке переформирования в виде мелкого и среднего подроста) в сложившихся условиях возможно вырастить путём применения соответствующих КПЦСЛВ ещё одно поколение берёзы, а на участках с подростом кедра и два поколения лиственных при использовании второго и третьего типов ВрщПрфЛХН (II Тип ВрщПрфЛХН, III Тип ВрщПрфЛХН). Соответственно, возникает возможность интенсивного выращивания ЛХН не только с одним, но и двух-трёхкратным переформированием. При этом обеспечивается, по существу, и наиболее полное использование природного производительного потенциала лиственных в благоприятных лесорастительных условиях, существенно компенсирующих потери прироста хвойных в период выращивания их под пологом, реализующих свой потенциал после завершения рубок переформирования, если не допускается существенное снижение их жизнеспособности (путём проведения регулярных интенсивных рубок ухода). Возможности формирования и использования таких типов ВрщПрфЛХН существенно увеличиваются при управляемом возобновлении лиственных и хвойных с применением мер содействия ЛВз, комбинированной и лесокультурной закладки поколений этих лесобразующих пород на одном участке.

Следовательно, в целях интенсификации лесовыращивания – лесопользования, в том числе для повышения уровня депонирования углерода лесами, можно выделить и реализовывать три типа КПЦСЛВ выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений с одно-,

двух- и трёхкратным возобновлением лиственных и переформированием образующихся при этом лиственно-хвойных насаждений (рис. 3).

Предварительное определение (*выделение*) среди лиственных молодняков с возобновлением хвойных под пологом объектов для одно-, двух-, трёхкратного выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений осуществляется исходя из проявляющейся закономерности – в относительно благоприятных условиях произрастания под пологом сравнительно медленно растущие теневыносливые хвойные породы, достигающие категории мелкого и среднего подроста по высоте при вырубке лиственных и повторном их возобновлении, снова отстают в росте от быстрорастущих лиственных и попадают под их полог. Критерии предварительного разделения лиственных молодняков с возобновлением хвойных по типам выращивания – переформирования определяются по формуле:

$$NA_{\text{Лст}}^{\text{Врщ}} = \frac{A_{\text{Хе}}^{\text{ПрфЛХН}} + A_{\text{Лст}}^{\text{ВзбХе}}}{A_{\text{Лст}}^{\text{ЦВрщ}}},$$

где:

$NA_{\text{Лст}}^{\text{Врщ}}$ – общее количество целевых возрастных периодов возможного выращивания лиственных в лиственно-хвойных насаждениях до максимального возраста хвойных, при котором необходимо обязательное их освобождение из-под полога (по завершении периода средневозрастных – начала приспевающих);

$A_{\text{Хе}}^{\text{ПрфЛХН}}$ – предельный возраст хвойных, при котором необходимо их окончательное освобождение из-под полога лиственных на доращивание;

$A_{\text{Лст}}^{\text{ВзбХе}}$ – возраст лиственных, при котором появляется возобновление хвойных (предварительное, одновременное с лиственным, последующее – после лиственных);

$A_{\text{Лст}}^{\text{ЦВрщ}}$ – целевой возраст выращивания древостоев лиственных пород (в лиственно-хвойном насаждении), охватывающий возрастной период максимального среднего прироста, получения целевых сортиментов.

Непосредственно перед рубкой переформирования осуществляется окончательное определение возможности и целесообразности проведения промежуточной рубки переформирования

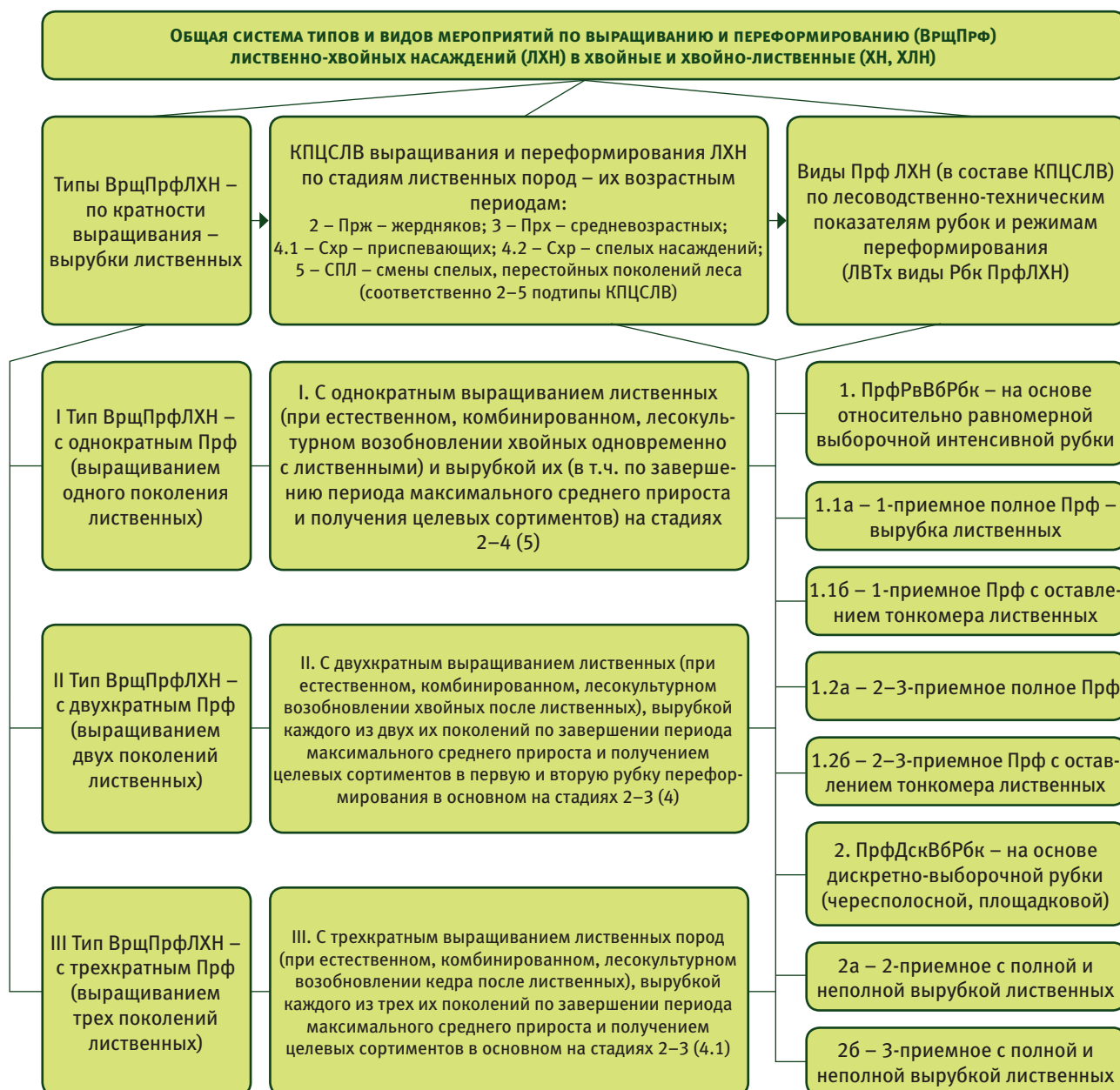


Рис. 3. Схема состава общей уточненной и дополненной системы выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений

по состоянию и высоте подроста – перспективного жизнеспособного высотных категорий мелкого и среднего, с групповым, куртинным распространением по площади, образующего общую сомкнутость полога до 0,7, при открытой суммарной площади для повторного возобновления мягколиственных пород 30% и более от общей.

Во всех вариантах (типах) выращивания лиственно-хвойных насаждений осуществляется формирование и поддержание при рубках ухода

в них оптимального подпологового пространства с относительно благоприятными условиями роста хвойного поколения путём возможного усиления прозрачности полога за счёт целевого разреживания лиственных древостоев (в том числе и для увеличения прироста сохранённой лучшей их части), удаления мелких деревьев мягколиственных пород, срезания нижних ветвей на оставляемых на выращивание деревьях, а также вырубке подростка, затеняющего хвойные и мешающего их росту.

2.3. Типы выращивания лиственно-хвойных насаждений с одно-трехкратным их переформированием и доращиванием целевых хвойных

I Тип ВрщПрфЛХН – тип однократного выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений традиционно реализуется (и является узловым звеном) в комплексных приоритетно-целевых системах лесоводства выращивания – переформирования ЛХН (КПЦСЛВ:/Прз/Прф/Осн/) преимущественно при последующем появлении хвойных после лиственных к завершению формирования молодняков I класса возраста и под пологом лиственных старших возрастов, а также одновременном их возобновлении (естественном, лесокультурном или комбинированном) с лиственными или предварительным хвойных пород, представленным соответственно мелким и средним по высоте подростом, оказывающимся через 1–3 года после рубки древостоев лиственных пород под пологом нового их поколения. Освобождение хвойных из-под полога планируется и осуществляется после достижения ими высоты категории крупного подроста (от 1–1,5 м до 2–2,5 м в зависимости от лесорастительных условий и прогнозируемой интенсивности роста возобновившихся после рубки мягколиственных), на основе которого можно формировать (без затрат на повторные рубки ухода) целевые хвойные и хвойно-лиственные насаждения. В рамках решения задач, связанных с изменением климата, рубки переформирования целесообразно осуществлять, как правило, по завершении периода максимального среднего прироста (соответственно депонирования углерода) с учётом целевого назначения лесов, выполнения лесом приоритетных экологических функций и возможного (необходимого) получения целевых сортиментов древесины, в том числе для производства изделий длительного пользования (консервации углерода), а также в целом переработки биомассы в продукты биоэнергетики (замены ископаемых углеводородов).

В зависимости от состояния поколения хвойных под пологом, целевого назначения лесов по таксонам лесоводственной классификации ЦНЛ

и других условий рубка переформирования осуществляется в виде: полной одноприёмной – вырубки лиственных; одноприёмной с оставлением части тонкомерных деревьев лиственных пород для улучшения условий адаптации хвойных к резко меняющимся условиям; двух-трёхприёмного переформирования высокополнотных древостоев с угнетённым слабоустойчивым хвойным поколением в подросте и разных частях полога, а при необходимости и с оставлением при последнем приёме части тонкомерных деревьев лиственных пород в виде «защитного зонтика», обеспечивающего плавность смены условий адаптации и сохранения устойчивости хвойных.

При сравнительно благоприятных условиях произрастания хвойного подроста под лиственным пологом в целях упрощения лесосечных работ могут использоваться виды чересполосных, площадковых рубок переформирования двух-трёхприёмных соответственно с полосной и площадковой с вырубкой лиственных, а при необходимости и частичным оставлением их тонкомерной части для смягчения изменения условий роста хвойным и сохранением непрерывности выполнения участком леса экологических функций.

В связи с неизбежным накоплением нецелевых спелых и перестойных древостоев лиственных пород с подпологовым поколением хвойных, сохранивших свою жизнеспособность и потенциал восстановления прироста и производительности, необходимо использовать в общей системе вариант лесоводственных рубок «переформирования» или по существу смены пород при рубках смены поколений леса (в том числе рубках спелых, перестойных лесных насаждений для заготовки древесины – в терминологии Лесного кодекса РФ), причем даже в случаях получения практически только непосредственно экологической эффективности (восстановления хвойных).

В целях эффективного решения экологических, в том числе климаторегулирующих задач, и при наличии возможности (экономических, трудовых ресурсов) в рамках традиционной системы лесовыращивания – лесопользования целесообразна интенсификация систем осуществления

мероприятий по формированию – сохранению лиственно-хвойных насаждений с постепенной трансформацией их в хвойные, чаще хвойно-лиственные на участках лесных насаждений, не устойчивых при интенсивных рубках переформирования, выполняющих водоохранные, защитные и др. функции.

На участках, расположенных на территориях с высокой пожарной опасностью, в зонах, загрязнённых радионуклидами, где типичное переформирование нежелательно, целесообразно использовать своеобразный вариант (подтип) переформирования насаждений с древостоями мягколиственных пород в хвойно-лиственные и лиственно-хвойные насаждения с участием лиственных в составе 4–6 единиц путём проведения рубок ухода (в том числе чересполосно) и также полной вырубki мягколиственных старших поколений – группами, куртинами в местах без подростa для их повторного возобновления, а в выделах с любым количеством твердолиственных (долговечных) пород в подросте – с целевым уходом за ними и выведением в первый ярус.

В специальный подтип или тип выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений могут быть объединены также варианты с переформированием неспелых ЛХН (на любой стадии) в лесах рекреационного назначения с созданием целевых лиственных насаждений берёзы, тем более с дубом, липой, с видовыми фрагментарными элементами хвойных (сосны, ели, пихты, кедра в соответствующих зонально-типологических условиях).

II Тип ВрщПрфЛХН – тип двухкратного выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений в комплексах приоритетно-целевых систем лесоводства (КПЦСЛВ:/Прз/Прф/Прз/Прф/Осн/) реализуется при возобновлении хвойных, преимущественно в период двух-трёх десятилетий после появления лиственных, с формированием на каждом этапе в интенсивном режиме сложных ЛХН в период получения максимального среднего прироста (депонирования углерода) с возможным его увеличением в целях заготовки востребуемых сортиментов древесины и выполнения экологических функций

в соответствии с основным назначением лесов (эксплуатационных, защитных).

Первая рубка переформирования осуществляется с уходом за поколением хвойных, содействием возобновлению лиственных (проведением лесосечных работ в осенне-зимний период, оставлением пней берёзы небольшой высоты и др. меры). При высоте хвойных на уровне мелкого и среднего подростa возобновившиеся быстрорастущие лиственные в первые же годы превышают хвойные, и образовавшиеся повторно лиственно-хвойные насаждения формируются в интенсивном режиме при сомкнутости лиственного полога в пределах 0,6–0,7, а на конкретных участках и ниже для поддержания относительно благоприятных условий роста хвойных под пологом.

По завершении периода максимального среднего прироста (и с небольшим его увеличением для достижения основных и др. целей) осуществляется вторая рубка переформирования с использованием приведённых лесоводственно-технических видов и технологий лесосечных работ, соответствующих состоянию насаждений, с последующим доращиванием хвойных в целевом режиме (рис. 4).

Реализация всех видов и вариантов мероприятий по выделенным типам и подтипам выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений осуществляется в рамках единых технологий лесоводства ВрщПрфЛХН с использованием их составляющих – технологий лесосечных работ, базирующихся преимущественно на постоянной (адаптивно меняющейся с возрастом и высотой древостоев) технологической организации территории с расстоянием между базовыми пасечными коридорами для отдельных и комплексных участков насаждений (и массивов) потенциальной производительности III класса бонитета и выше – 16 м (узкопасечной технологии), а III класса бонитета и ниже – 14 м. В условиях высокой производительности на завершающей стадии лесовыращивания может применяться среднепасечная технология с использованием каждого второго технологического коридора на расстоянии 32 м и 28 м соответственно. При необходимости проведения рубок

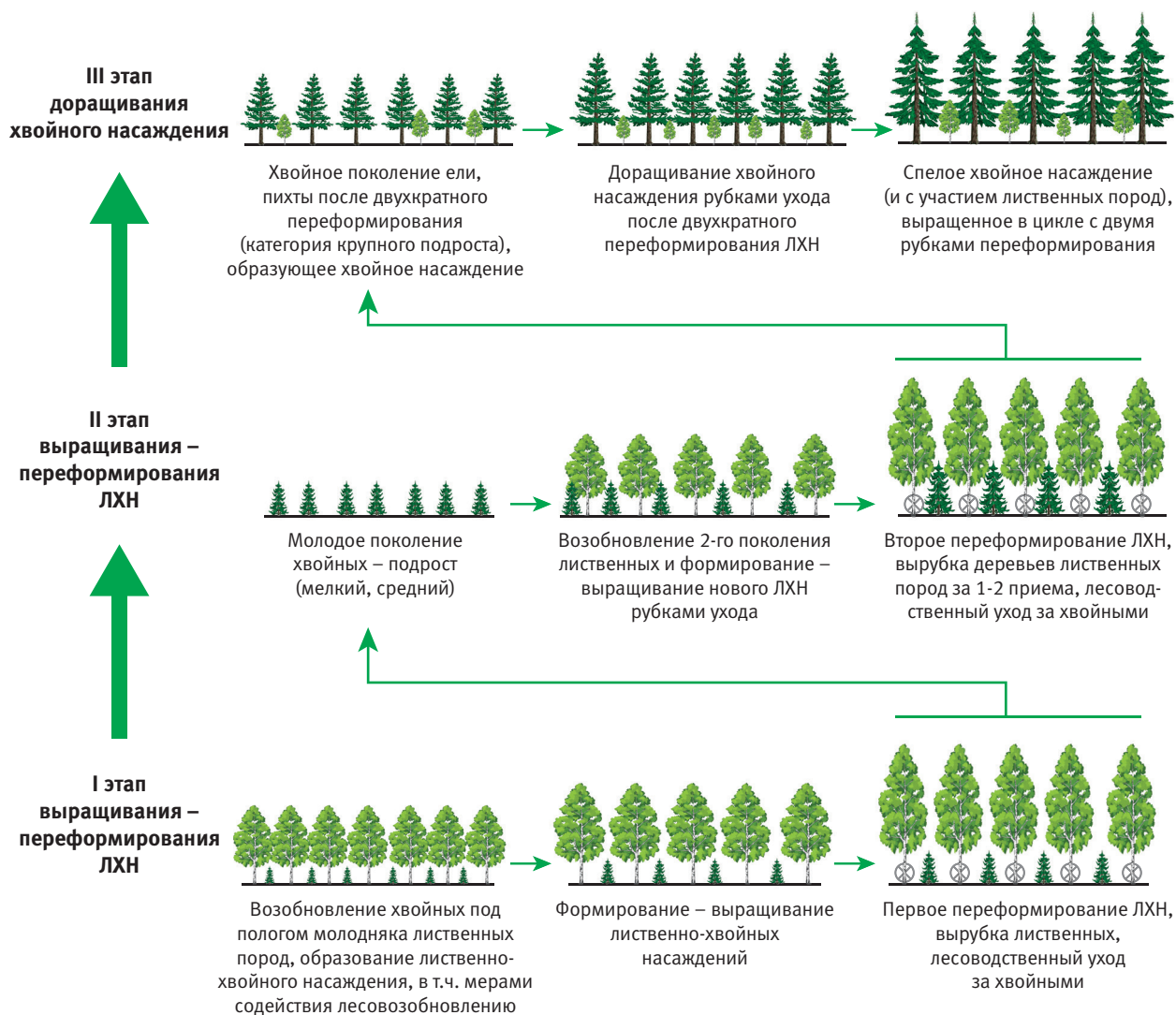


Рис. 4. СХЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ИХ ДВУХКРАТНЫМ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЕМ И ДОРАЗРАЩИВАНИЕМ ХВОЙНЫХ

ухода в молодняках, в том числе со схематическим разреживанием, между базовыми пасечными технологическими коридорами прокладываются дополнительно коридоры для применения линейно-пасечных технологий с образованием узких пасек шириной 8 м и 7 м, которые могут применяться и как коридоры схематического разреживания в прямолинейной и непрямолинейной форме для сохранения групп, куртин имеющегося подроста хвойных пород, других ценных элементов, подлежащих сохранению.

В технологических полосах (между коридорами) осуществляется выборочное удаление из насаждения нежелательных деревьев, в том числе при проведении рубок переформирования – ухода

за хвойными под пологом, содействие повторному возобновлению мягколиственных пород с учётом их биологических свойств и действия других факторов. В вариантах выращивания – двух-трёхкратного переформирования лиственно-хвойных насаждений при проведении промежуточных рубок переформирования (первой, а при трёхкратной – и второй) в целях обеспечения эффективного возобновления мягколиственных очередного поколения рубки проводятся, как правило, в один приём, в том числе с сохранением пней берёзы высотой 7–10 см для образования хорошо укореняющейся поросли.

III Тип ВрцПрфЛХН – тип трёхкратного выращивания – переформирования

лиственно-хвойных насаждений с коротким циклом выращивания мягколиственных на древесную массу и при возобновлении кедра в соответствующих зонально-типологических условиях реализуется комплексом приоритетно-целевых систем лесоводства (КПЦСЛВ:/Прз/Прф/Прз/Прф/Прз/Прф/Осн/) при первичном естественном, лесокультурном или комбинированном возобновлении хвойных после лиственных, с формированием первого поколения лиственных, лиственно-хвойных насаждений в режиме, обеспечивающем оптимальный интенсивный рост древостоя, исключая его перегущенность, «торможение» прироста и ухудшение до неблагоприятных условий возобновления и роста хвойных под пологом.

По завершении целевого периода максимального прироста лиственных (в том числе и с необходимым уменьшением или увеличением этого периода) осуществляется первая рубка переформирования с освобождением из-под полога имеющегося, в основном, мелкого подроста хвойных, оказывающегося в течение одного-двух лет после рубки под пологом нового поколения лесообразующих лиственных пород, которое также целесообразно выращивать в режиме интенсивного разреживания – ухода за лиственными и хвойными под пологом при сомкнутости полога до 0,7 (0,6–0,7).

Очередной этап выращивания ЛХН, в том числе в интенсивном режиме при полноте (сомкнутости) лиственного полога около 0,6, завершается с началом снижения максимального среднего прироста (или иного целевого периода) второй рубкой переформирования, после которой при небольшой высоте и густоте подроста хвойных, неравномерном распределении его по площади, интенсивном возобновлении и росте лиственных пород возможно формирование третьего их поколения с невысокой сомкнутостью полога (0,5–0,6), и уходом за поколением хвойных, в том числе переходящего во второй ярус.

С завершением периода максимального среднего прироста третьего поколения лиственных, обычно недолговечного вегетативного происхождения, планируется и осуществляется

третья рубка переформирования с уходом за хвойными, после которой хвойное насаждение (в том числе кедр с участием других хвойных пород и с небольшой примесью лиственных) доращивается в режиме, соответствующем природным условиям и целевому назначению лесов. Принципиальная схема выращивания лиственно-хвойных насаждений с трёхкратным переформированием отличается от представленной на рис. 4 проведением второй рубки переформирования как промежуточной с уходом не только за возобновлением хвойных, но и очередным поколением мягколиственных пород, в том числе с оставлением пней берёзы (как и других пород с порослевым вегетативным возобновлением) высотой, оптимальной для образования хорошо укореняющейся поросли, а также выращиванием еще одного третьего поколения мягколиственных до завершения рубки переформирования.

2.4. Реализация подсистем и режимов выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений с учетом целевого назначения лесов и дифференциации их в рамках функционально-целевой карбоновой системы объектов лесоводства

Специфика выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений в целях решения экологических задач повышения уровня депонирования и консервации углерода лесами сохраняется с учётом распределения их по основному целевому назначению (ЦНЛ) и типам объектов лесоводства (ЛВО) функционально-целевой карбоновой системы (ФЦКЛВО) [23].

С учетом уточнения и дополнения системы видов и вариантов лесоводственных мероприятий по переформированию лиственно-хвойных насаждений и развиваемой дифференциации их соответственно целевому назначению лесов, в том числе в рамках решения проблемы смягчения изменения климата и его последствий, совершенствуется режим проводимых мероприятий и по принятым лесоводственно-техническим видам и характеризующим их показателям интенсивности, повторяемости, количеству

приёмов, методам рубок ухода, возрастным периодам их проведения с установлением сроков начала и окончания (завершения) конкретного вида мероприятий. Корректировка режима проведения мероприятий по переформированию лиственно-хвойных насаждений (как и других мероприятий лесоводства и лесопользования) может осуществляться соответственно типам лесоводственных объектов, выделенных в рамках функционально-целевой карбоновой системы, формируемой на основе существующей законодательной классификации лесов по целевому назначению с учётом непротиворечивого преобразования её в многоуровневую лесоводственную.

При этом установление наиболее существенной специфики режима лесоводственных мероприятий по выращиванию – переформированию лиственно-хвойных насаждений в хвойные предусматривается для участков особых первых двух типов объектов ФЦКЛВО (приоритетно моно- и двух-трёхцелевого углерододепонирующего назначения), выделяемых преимущественно на участках нелесных земель, не используемых эффективно по целевому назначению, а также третьего и части ЛВО четвертого типа ФЦКЛВО (выделенных соответственно в лесах ограничено эксплуатационного назначения и отдельных категорий защитных лесов).

Для исходных участков, включённых в состав первого типа приоритетно моноцелевого углерододепонирующего назначения в целях получения максимального совокупного среднего прироста (продуктивности) по всему комплексному циклу лесовоспроизводства – выращивания сложных насаждений при сочетании лиственных и хвойных пород, представленных в разных ярусах, предусматривается возможность применения специальных комплексов систем мероприятий ВрщПрф в общем процессе интенсивного лесовыращивания с однократным и двух-трёхкратным переформированием – КПЦСЛВ:/1-3Прз/Прф/Осн/.

В первом комплексе ПЦСЛВ:/Прз/Прф/Осн/ вначале – на первом этапе в интенсивном режиме выращиваются двухъярусные лиственно-хвойные насаждения. По завершении периода

выращивания в интенсивном режиме системного разреживания лиственного древостоя и получения максимального среднего прироста и возможно тонкомерных целевых сортиментов проводятся рубки переформирования с последующим выращиванием также в интенсивном режиме хвойного древостоя. Таким образом рубка переформирования вписывается в общую систему оптимально интенсивных рубок ухода и проводится по завершении периода получения максимального среднего прироста (соответственно депонирования углерода) в основном лиственного древостоя, в сочетании с приростом хвойных, также выращиваемых в режиме, обеспечивающем получение на заключительном этапе максимального среднего прироста и целевых сортиментов древесины.

Во втором комплексе ПЦСЛВ:/Прз/Прф/Прз/Прф/Осн/ целевой эффект максимального прироста и депонирования углерода достигается, по существу, за счет выращивания в течение одного цикла лесовоспроизводства хвойных на одном участке двух поколений лиственных пород и проведения двух рубок ухода переформирования (преимущественно в условиях, где возобновление хвойных появляется спустя определённое время под пологом лиственных). После проведения первой рубки переформирования мелкий, средний и даже частично крупный подрост тёмнохвойных (при отсутствии рубки ухода) снова попадает под полог быстрорастущего поколения лиственных, преимущественно вегетативного происхождения, и формирующееся лиственно-хвойное насаждение также выращивается в режиме оптимального разреживания, обеспечивающего интенсивный рост деревьев лиственных пород и умеренно интенсивный хвойных (в основном под пологом). Вторая рубка переформирования проводится по завершении периода максимального среднего прироста и депонирования углерода с образованием целевого хвойного древостоя, в том числе с разной примесью лиственных, особенно в защитных лесах. При этом с учётом основного целевого назначения лесов хвойное или хвойно-лиственное насаждение может выращиваться в оптимально-интенсивном режиме

как для получения максимального среднего прироста и депонирования углерода или/и определённых сортиментов древесины (первых двух типов ФЦКЛВО), так и приоритетного выполнения определённых экологических и ресурсных функций согласно ЦНЛ (других типов ФЦКЛВО).

При выращивании лиственно-хвойных насаждений с возобновлением медленнорастущего кедра под пологом лиственных пород, а также других хвойных при коротких циклах выращивания хвойных на древесную массу (до 20 лет) возможен вариант применения третьего типа ВрщПрфЛХН с проведением трёх рубок переформирования (КПЦСЛВ:/Прз/Прф/Прз/Прф/Прз/Прф/Осн/) на одном участке (с трёхкратной вырубкой древостоев лиственных пород) с получением максимального среднего прироста, в основном быстрорастущих лиственных, при создании относительно благоприятных условий роста хвойным (в том числе кедру и др. породам) под пологом. Следовательно, с учётом сложившихся условий сочетания быстрорастущих лиственных и сравнительно медленнорастущих долговечных хвойных на таких участках могут быть реализованы своеобразные типы КПЦСЛВ выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений, выделенные в рамках общей уточнённой и дополненной (развитой) системы ВрщПрфЛХН.

При этом на исходных участках второго типа ФЦКЛВО приоритетно углерододепонирующего двух-трёхцелевого назначения с получением определённых сортиментов древесины (балансов и др. более толстомерных) в реализуемой, по существу, той же схеме лесовыращивания возможно, так же как и для первого типа ФЦКЛВО, применение одно-двукратной рубки переформирования, но с несколько увеличенным периодом выращивания древостоев лиственных пород для получения не только близкого к максимальному среднего прироста и депонирования углерода, но и целевых сортиментов для заготовки древесины.

На участках многоцелевого приоритетно ресурсно-экологического и эколого-ресурсного назначения в основном эксплуатационных лесов, выполняющих важнейшие глобальные и региональные экологические функции (в прошлом третьей и второй групп), которые можно определить как объекты лесоводства третьего типа ФЦКЛВО – приоритетного ресурсно-экологического и углерододепонирующего, углеродоконсервационного назначения, применение рубок переформирования лиственно-хвойных насаждений также корректируется в целях увеличения депонирования углерода и получения целевых сортиментов при выращивании на первом этапе лиственного древостоя (яруса) в интенсивном режиме с одновременным уходом за поколением хвойных под пологом. При этом возможно применение не только первого типа выращивания – переформирования ЛХН, но и второго и третьего в зависимости от сложившихся условий для их реализации. После завершающего переформирования – вырубки древостоя лиственных пород, формируемые из подростов и/или деревьев второго яруса хвойные насаждения выращиваются в установленном для этих лесов целевом режиме с обеспечением максимально возможной консервации углерода с учётом использования на всех этапах лесовыращивания древесины, биомассы вырубаемых деревьев для производства изделий длительного пользования (в строительстве и др.), а также продуктов биоэнергетики (замещения ископаемых углеводородов).

Аналогично, но с большими экологическими ограничениями корректируется применение мероприятий по переформированию лиственно-хвойных насаждений в основной части защитных лесов различных категорий приоритетно-экологического назначения, которые можно отнести к четвертому³, в меньшей мере к пятому⁴ типам ЛВО функционально-целевой карбоновой системы (ФЦКЛВО) [23]. По завершении первой половины лесовыращивания лиственно-хвойных

³ Многоцелевого приоритетного экологического и сопутствующего ресурсного, приоритетно углеродоконсервационного значения.

⁴ Природоохранного и специального сопутствующего приоритетно углеродоконсервационного значения.

насаждений в допустимо интенсивном (для данной категории защитных лесов) режиме выращивания лиственной части насаждения (с обеспечением интенсивного роста и связывания углерода) с уходом за хвойными применяется необходимый лесоводственно-технический вид рубки переформирования с образованием для последующего доращивания целевых хвойных насаждений (согласно ЦНЛ) с участием лиственных пород (устойчивых смешанного породного состава, в том числе в целях сохранения биоразнообразия).

В рамках реализации экологических, в том числе «карбоновых проектов» – увеличения депонирования и консервации углерода, повышения климаторегулирующих свойств лесов, может быть экономически эффективным (не востребованным, не доступным в существующей системе приоритетно-ресурсного лесопользования) освоение участков лиственно-хвойных насаждений, причем и в резервных лесах (с переводом и без перевода в соответствующие виды ЦНЛ), путём своевременного проведения рубок переформирования по завершении интенсивного роста лиственных – максимального среднего прироста, даже в условиях, где древесина будет оставлена (с соблюдением мер пожарной и санитарной безопасности) на медленное перегнивание – пополнение почвенного пула углерода, исключая утрату поколения хвойных под пологом, снижение прироста насаждений до отрицательных значений, уменьшение запасов углерода в почвенном комплексе.

В лесах, относящихся к седьмому типу ФЦКЛВО (промышленного и радиоактивного загрязнения – особого сопутствующего углеродоконсервационного назначения – ЛВО:ПмРд-ЗгКбОсКс), также целесообразна специфическая корректировка режима выращивания лиственно-хвойных насаждений, исключая, как правило, переформирование ЛХН в чистые хвойные высокоинтенсивными рубками и обеспечивая формирование насаждений смешанного породного состава в зависимости от условий (естественного, лесокультурного или комбинированного происхождения) – хвойных с большим участием или преобладанием лиственных, наиболее

долговечных, имеющихся или доступных для введения – дуба, берёзы, липы – преимущественно системы ВрщПрф первого типа (пятого подтипа с постепенной трансформацией ЛХН).

3. Отражение в законодательстве и нормативно-правовых документах уточненной и дополненной системы выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений в целевые хвойные и хвойно-лиственные

Для эффективного использования уточнённой и дополненной комплексной системы выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений необходимо обеспечить наиболее полное законодательное регулирование и регламентирование их применения действующими нормативными правовыми документами дифференцированно в лесах различного целевого назначения – эксплуатационных и защитных всех категорий, а также на особо защитных участках лесов, для которых они предназначены в соответствующих видах и вариантах. При этом особое принципиальное значение имеет установление, в первую очередь на уровне лесного законодательства и НПД, непротиворечивого регулирования и регламентирования использования всей сформированной комплексной системы ВрщПрфЛХН для выбора оптимальных типов, видов и вариантов мероприятий по переформированию насаждений, а не запретов их применения в целом.

В частности, если в соответствии с Лесным кодексом РФ «В лесах, расположенных в орехово-промысловых зонах, запрещается заготовка древесины» (ч. 4 ст. 115), а «рубками лесных насаждений ... признаются процессы ... в результате которых образуется древесина в виде лесоматериалов...» (ч. 1 ст. 23.1), то возможность применения необходимых рубок переформирования насаждений с заготовкой древесины в насаждениях мягколиственных пород с кедром под пологом, предусмотренных (по существу) положением п. 59 Правил ухода за лесами, весьма

проблематична, тем более что в обобщённом виде согласно п. 14 тех же Правил – рубки переформирования в орехово-промысловых зонах не проводятся. Не допускается фактически проведение лесоводственных рубок переформирования лиственно-хвойных насаждений, как и других лесоводственных рубок ухода, на особо защитных участках лесов (в том числе выделенных с признаками такого состава и формы лесных насаждений), поскольку положениями п. 5 ст. 119 Лесного кодекса РФ «На особо защитных участках лесов проведение выборочных рубок допускается только в целях вырубки погибших и повреждённых лесных насаждений». Следовательно, при деградации лиственных древостоев участки с наличием ценных хвойных пород (в том числе кедра), как и всех категорий защитных и эксплуатационных лесов, при отсутствии своевременного освобождения этих пород из-под полога утратят свою ценность – возможность переформирования и поступят в сплошные рубки, которые в качестве исключения разрешены и на особо защитных участках лесов.

Для обеспечения получения планируемых результатов двух-трёхприёмных рубок переформирования, как и других многоприёмных (двух и более приёмов) лесоводственных рубок, особенно чересполосных (площадковых) – спелых, перестойных насаждений в эксплуатационных лесах, а в защитных – рубок обновления, переформирования, реконструкции и других, отнесённых к выборочной системе мероприятий, необходимо предусмотреть их целостное проектирование, а не раздельное по приёмам независимо от их количества и периода повторяемости, с указанием не только метода, но и вида рубок. Перед очередным приёмом рубки и при таксации лесов с учётом оценки достижения целей предшествующих приёмов рубки при необходимости в сроки и режим проведения последующих приёмов могут вноситься корректировки. Решение о прекращении проектирования и проведения данного вида рубки может быть принято при установлении ошибочности его назначения, неэффективности и нецелесообразности дальнейшего осуществления. Возобновление леса на полосах

очередных приёмов чересполосной рубки (естественное, комбинированное, лесокультурное) представляет неотделимую составляющую часть, по существу, комплексного мероприятия чересполосной рубки независимо от её целевого вида (в защитных, эксплуатационных лесах) и разряда таксации лесов.

Различия по возрасту деревьев на элементах лесосеки – полосах, площадках в пределах одного класса возраста (при двухприёмных рубках с интервалом 8–10 лет), а при величине этих элементов, соразмерных с площадью, занимаемой группами, куртинами (0,1–0,4 га) в группово- и куртинно-разновозрастных естественных насаждениях, таксируемых одним выделом, могут составлять соответственно два и больше классов возраста, тем более что такие насаждения (разновозрастные) являются более экологически ценными и в последующем могут и должны быть объектами выборочных рубок, в том числе с дискретной выборкой деревьев группами, куртинами и с сохранившимися границами, близкими к исходным.

Образовавшиеся части насаждений после первых, очередных промежуточных приёмов или многоприёмных рубок лесных насаждений для заготовки древесины и рубок ухода за лесными насаждениями (обновления, переформирования, реконструкции и др.), включая группово-, куртинно- и чересполосные выборочные рубки в пределах единой лесосеки, охватывающей площадь одного или нескольких сходных выделов, таксируются (характеризуются) как элементы соответствующих исходных выделов, в том числе если на отдельных выделяемых (полосах, площадках) созданы лесные культуры. После завершающего приёма рубок все элементы лесосеки в границах одного типа лесорастительных условий, типа леса таксируются одним выделом при целевом выращивании в результате проведения мероприятий в насаждении, характеризующемся критериями единого таксационного выдела, причем как одновозрастные, так и разновозрастные, в том числе с группово-, куртинно-разновозрастной структурой, формирующейся после чересполосных выборочных рубок.

Реализация уточнённой и дополненной системы выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений возможна и целесообразна также с учётом решения актуальных общих экологических проблем, в том числе связанных с изменением климата и его последствиями, путём существенной корректировки принципиальных подходов на уровне лесного законодательства к содержанию лесов и лесопользованию – соответственно установлению сбалансированного эколого-ресурсного назначения лесоводственных мероприятий, в первую очередь лесоводственных рубок, включая рубки переформирования лиственно-хвойных насаждений (РбкПрфЛХН). Ориентированные на достижение главной цели – своевременное преобразование потенциально целевых насаждений в целевые, в том числе в уточнённых и дополненных вариантах, РбкПрфЛХН обеспечивают в комплексе с другими мероприятиями увеличение депонирования и консервации углерода за счёт наиболее полной реализации производительного природного потенциала сложных насаждений смешанного породного состава, повышения, в связи с более эффективным использованием лесотипологических условий и биологических свойств лесобразующих пород, их совокупного прироста, продуктивности и, соответственно, расширяют возможности ресурсного пользования – заготовки древесины. Особенно это важно для т.н. «эксплуатационных лесов», занимающих большие территории, выполняющих глобальные экологические функции и являющихся в то же время основным источником сырья для перерабатывающей промышленности, в том числе для производства все больше востребуемых продуктов для биоэнергетики (замены ископаемых углеводородов).

В принципе реализация экологически ориентированной системы выращивания лиственно-хвойных насаждений и переформирования их в хвойные соответствует (не противоречит) законодательной установке освоения эксплуатационных лесов в «целях устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов...», что

и достигается, в частности, при своевременном проведении рубок переформирования – восстановлении ценных хвойных древостоев с сокращением сроков их выращивания не менее чем на 20–30 лет, а также изъятии из насаждений еще достаточно качественной древесины лиственных пород. При этом не допускается накопление перестойных древостоев мягколиственных пород со значительным снижением качества древесины, утратой под их пологом жизнеспособности, потенциала производительности и качества деревьев поколения хвойных.

В связи с этим важным фактором эффективной реализации уточнённой и дополненной системы переформирования лиственно-хвойных насаждений является чёткое регламентирование в нормативных правовых документах возрастных периодов осуществления переформирования (не только начала, но и обязательного завершения проведения этих мероприятий) с возможно широким диапазоном выбора (в рамках обоснованных результатами научных исследований) оптимальных сроков проведения РбкПрфЛХН по комплексу эколого-лесоводственных и экономических факторов, включая возраст лиственных и хвойных пород, их состояние, потенциал сохранения и увеличения прироста – депонирования углерода, а также и потенциал получения (заготовки) ценных и относительно ценных сортиментов, сокращение сроков выращивания хвойных древостоев.

Учитывая большое разнообразие лиственно-хвойных насаждений в региональных, зонально-лесотипологических условиях в сочетании с целевым назначением и конкретными (индивидуальными) свойствами участков насаждений, достижение поставленных целей может быть обеспечено на основе взаимосвязанного регламентирования мероприятий в регионально дифференцированных правилах ухода за лесами по лесным районам (согласно требованиям Лесного кодекса РФ), а также с возможной разработкой специальных методических документов (обязательных для исполнения), по выращиванию лиственно-хвойных насаждений и переформированию их в хвойные, в которых

может быть отражено детальное регламентирование мероприятий для определённых участков на зонально-типологической основе. В свою очередь, на уровне лесничеств в лесохозяйственных регламентах необходимо обеспечить возможность выбора видов и вариантов мероприятий по выращиванию лиственно-хвойных насаждений и их переформирования (как и других) для конкретных участков, не ограничиваясь шаблонным приведением положений нормативных правовых документов. На завершающем этапе системы регламентирования организации и осуществления мероприятий на отдельных участках она должна достаточно полно и конкретизировано отражаться в проектах ухода за лесами.

Заключение

В результате выполненной работы, исходя из необходимости решения сложившихся в текущий исторический период глобальных социально-эколого-экономических проблем и соответственно задач лесоводства с использованием его преемственно-целевого метода развития, на основе существующих мероприятий по переформированию лиственно-хвойных насаждений, сформирована комплексная лесоводственная система «выращивания – переформирования лиственно-хвойных насаждений». Она включает выращивание на одном участке в процессе цикла лесовоспроизводства поколения хвойных пород одно-го-трёх поколений древостоев мягколиственных

с соответствующей одно-трёхкратной их вырубкой (рубками переформирования) и доращиванием целевых хвойных насаждений.

Разработанная лесоводственная система охватывает расширенный (в сравнении с существующей) состав мероприятий по переформированию лиственно-хвойных насаждений от прореживаний до завершения стадии сохранения древостоев лиственных пород с одно-трёхкратным, в основном их естественным, комбинированным (естественно-лесокультурным) возобновлением, формированием – сохранением в процессе выращивания поколения хвойных с установлением преимущественно относительно интенсивных режимов разреживания на всех стадиях выращивания лиственно-хвойного и доращивания (формирования – сохранения) хвойного насаждения, обеспечивающих получение близкого к максимальному среднего прироста древостоев, целевых сортиментов и объёмов депонирования углерода.

Применение разработанной лесоводственной системы на основе внесения в Правила ухода за лесами уточнений и дополнений нормативного регламентирования лесоводственных мероприятий по выращиванию – переформированию лиственно-хвойных насаждений – обеспечит существенную переоценку их с повышением экологической и ресурсной ценности, увеличение депонирования и консервации углерода лесными экосистемами, внесение определенного вклада лесоводства в решение проблемы снижения отрицательных последствий изменения климата.

Список источников

1. О последствиях сплошных рубок в еловых и лиственных лесах Средней и Северной России / сост. Д.М. Кравчинский. – Санкт-Петербург, 1901. – 31 с.
2. Тихонов, А.С. Разработка рубок 40–50-летней давности в двухъярусных лиственно-еловых древостоях с сохранением елового яруса / А.С. Тихонов // Сб. научно-исследовательских работ по лесному хозяйству. – Вып. VIII. – ЛенНИИЛХ, 1964. – С. 65–86.
3. Моисеев, Н.А. Расчет и организация пользования лесом / Н.А. Моисеев. – Москва, 1963. – 154 с.
4. Письмеров, А.В. Воспроизводство лесных ресурсов на основе естественного лесообразовательного процесса / А.В. Письмеров, В.П. Барабанов // Лесохозяйственная информация. – 1990. – № 6. – С. 9–17.
5. Дудин, В.А. Способы рубок как средство ускоренной трансформации вторичных мягколиственных лесов в коренные хвойные / В.А. Дудин, А.Н. Коновалов // Лесное хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 16–19.
6. Мелехов, И.С. Лесоведение и лесоводство / И.С. Мелехов. – Москва : Лесная промышленность, 1972. – 176 с.
7. Ускоренное выращивание елового баланса / А.В. Письмеров, В.Е. Варфоломеев, С.С. Веремьева, А.В. Тяк, В.С. Климчук // Лесное хозяйство. – 1980. – № 4. – С. 50–52.
8. Чуенков, В.С. Организация выращивания целевых хвойных древостоев в Европейско-Уральской зоне РСФСР на базе вторичных мягколиственных лесов / В.С. Чуенков, В.М. Петров, А.В. Письмеров // Обзорная информация. – Вып. 4. – Москва : ЦБНТИлесхоз, 1987. – С. 1–37.
9. Письмеров, А.В. Оптимальное переформирование вторичных мягколиственных лесов с еловым элементом леса под пологом в коренные темнохвойные формации / А.В. Письмеров, В.Е. Колотилин // Вопросы использования и восстановления древесных и недревесных ресурсов леса южной тайги : сборник научных трудов, посвященный 40-летию Костромской ЛОС. – Москва : ВНИИЛМ, 1998. – С. 10–13.
10. Багаев, С.С. Рубки переформирования в березняках со вторым ярусом и подростом ели в Костромской области / С.С. Багаев // Лесохозяйственная информация. – 2016. – № 4. – С. 84–92.
11. Желдак, В.И. Лесоводственные мероприятия переформирования лесных насаждений в системе лесоводства / В.И. Желдак // Перспективы инновационного развития лесного хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции (Кострома, 25–26 августа 2011). – Кострома : изд-во Костром. гос. технологического университета, 2011. – С. 42–45.
12. Временное наставление по проведению рубок ухода в мягколиственных насаждениях со вторым ярусом и подростом ели (для равнинных лесов Европейской части РСФСР). – Москва, 1989. – 52 с.
13. Руководство по технологии и организации несплошных рубок главного пользования и рубок ухода в равнинных мягколиственных лесах со вторым ярусом и подростом хвойных пород Европейской части РСФСР. – Москва, 1989. – 45 с.
14. Руководство по организации и технологии рубок главного и промежуточного пользования в мягколиственных насаждениях со вторым ярусом и подростом хвойных пород (для равнинных лесов Европейской части России). – Москва : ВНИИЦлесресурс, 1997. – 56 с.
15. Об утверждении Правил ухода за лесами. – Текст : электронный. Приказ Минприроды России от 30.07.2020 № 534 (Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 № 61555). – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
16. Константинов, А.В. Влияние изменений климата в голоцене на формирование разнообразия современных лесов и их трансформация к концу XXI века в Европейской России / А.В. Константинов, В.Г. Сергиенко // Лесотехнический журнал. – Воронеж : ВГЛУ, 2016. – Т. 6. – № 3 (23). – С. 19–29.
17. Мартынюк, А.А. Изменения климата и леса: возможные последствия и план действий / А.А. Мартынюк, А.Н. Филипчук // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5. – № 1(27). – С. 276–279. – EDN YQESON.

18. Анализ комплекса адаптационных мер к ожидаемым изменениям климата в лесном секторе Российской Федерации / И.О. Торжков, Т.С. Королева, А.В. Константинов, Е.А. Кушнир // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. – 2017. – № 4. – С. 64–77.
19. Дружинин, Ф.Н. Восстановление ельников рубками переформирования / Ф.Н. Дружинин // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2013. – № 2. – С. 17–22. – EDN PXQDJX.
20. Переформирование производных осинников в хвойные насаждения рубками ухода / Е.С. Залесова, Е.М. Ананьев, В.А. Бережнов [и др.] // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2016. – № 44. – С. 27–30. – EDN VWKRBN.
21. Указания по проведению рубок главного пользования и лесовосстановительных рубок в мягколиственных насаждениях (для опытно-производственной проверки). – Москва : ВНИИЛМ, 1986. – 46 с.
22. Багаев, С.С. Результаты рубок ухода в лиственно-еловых насаждениях Костромской области. – Текст : электронный / С.С. Багаев, А.И. Чудецкий // Лесохозяйственная информация : электрон. сетевой журн. – 2018. – № 1. – С. 5–20. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2018.1.01. – Режим доступа: URL: <http://lhi.vniilm.ru/>.
23. Желдак, В.И. Функционально-целевая «карбоновая» система объектов лесоводства углерододепонирующего и углеродоконсервационного назначения: её формирование и использование / В.И. Желдак // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2022. – № 4(56). – С. 47–73. – DOI 10.25686/2306-2827.2022.4.47. – EDN MCZWSQ.

References

1. О последствиях сплошных рубок в еловых и лиственных лесах Средней и Северной России / сост. Д.М. Кравчинский. – Санкт-Петербург, 1901. – 31 с.
2. Tihonov, A.S. Razrabotka rubok 40–50-letnej davnosti v dvuh'yarusnyh listvenno-elovyh drevostoyah s sohraneniem elovogo yarusy / A.S. Tihonov // Sb. nauchno-issledovatel'skih rabot po lesnomu hozyajstvu. – Vyp. VIII. – LenNILH, 1964. – S. 65–86.
3. Moiseev, N.A. Raschet i organizaciya pol'zovaniya lesom / N.A. Moiseev. – Moskva, 1963. – 154 s.
4. Pis'merov, A.V. Vospriizvodstvo lesnyh resursov na osnove estestvennogo lesoobrazovatel'nogo processa / A.V. Pis'merov, V.P. Barabanov // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 1990. – № 6. – S. 9–17.
5. Dudin, V.A. Sposoby rubok kak sredstvo uskorennoj transformacii vtorichnyh myagkolistvennyh lesov v korennyye hvoynye / V.A. Dudin, A.N. Konovalov // Lesnoe hozyajstvo. – 2006. – № 1. – S. 16–19.
6. Melekhov, I.S. Lesovedenie i lesovodstvo / I.S. Melekhov. – Moskva : Lesnaya promyshlennost', 1972. – 176 s.
7. Uskorennoe vyrashchivanie elovogo balansa / A.V. Pis'merov, V.E. Varfolomeev, S.S. Verem'eva, A.V. Tyak, V.S. Klimchuk // Lesnoe hozyajstvo. – 1980. – № 4. – S. 50–52.
8. Chuenkov, V.S. Organizaciya vyrashchivaniya celevykh hvoynykh drevostoev v Evropejsko Ural'skoj zone RSFSR na baze vtorichnyh myagkolistvennyh lesov / V.S. Chuenkov, V.M. Petrov, A.V. Pis'merov // Obzornaya informaciya. – Vyp. 4. – Moskva : CBN-Tileskhoz, 1987. – S. 1–37.
9. Pis'merov, A.V. Optimal'noe pereformirovanie vtorichnyh myagkolistvennyh lesov s elovym elementom lesa pod pologom v korennyye temnohvoynye formacii / A.V. Pis'merov, V.E. Kolotilin // Voprosy ispol'zovaniya i vosstanovleniya drevesnyh i nedrevesnyh resursov lesa yuzhnoj tajgi : sbornik nauchnyh trudov, posvyashchyonnyj 40-letiyu Kostromskoj LOS. – Moskva : VNIILM, 1998. – S. 10–13.
10. Bagaev, S.S. Rubki pereformirovaniya v bereznyakah so vtorym yarusom i podrostom eli v Kostromskoj oblasti / S.S. Bagaev // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2016. – № 4. – S. 84–92.
11. Zheldak, V.I. Lesovodstvennye meropriyatiya pereformirovaniya lesnyh nasazhdenij v sisteme lesovodstva / V.I. Zheldak // Perspektivy innovacionnogo razvitiya lesnogo hozyajstva : materialy Mezhdunarodnoj

nauchno-prakticheskoy konferencii (Kostroma, 25–26 avgusta 2011). – Kostroma : izd-vo Kostrom. gos. tekhnologicheskogo universiteta, 2011. – S. 42–45.

12. Vremennoe nastavlenie po provedeniyu rubok uhoda v myagkolistvennyh nasazhdeniyah so vtorym yarusom i podrostom eli (dlya ravninnyh lesov Evropejskoj chasti RSFSR). – Moskva, 1989. – 52 s.

13. Rukovodstvo po tekhnologii i organizacii nesploshnyh rubok glavnogo pol'zovaniya i rubok uhoda v ravninnyh myagkolistvennyh lesah so vtorym yarusom i podrostom hvojnyh porod Evropejskoj chasti RSFSR. – Moskva, 1989. – 45 s.

14. Rukovodstvo po organizacii i tekhnologii rubok glavnogo i promezhutochnogo pol'zovaniya v myagkolistvennyh nasazhdeniyah so vtorym yarusom i podrostom hvojnyh porod (dlya ravninnyh lesov Evropejskoj chasti Rossii). – Moskva : VNIIClesresurs, 1997. – 56 s.

15. Ob utverzhdenii Pravil uhoda za lesami. – Tekst : elektronnyj. Prikaz Minprirody Rossii ot 30.07.2020 № 534 (Zaregistrovano v Minyuste Rossii 18.12.2020 № 61555). – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru/>

16. Konstantinov, A.V. Vliyanie izmenenij klimata v golocene na formirovaniye raznoobraziya sovremennyh lesov i ih transformaciya k koncu XXI veka v Evropejskoj Rossii / A.V. Konstantinov, V.G. Sergienko // Lesotekhnicheskij zhurnal. – Voronezh : VGLTU, 2016. – T. 6. – № 3 (23). – S. 19–29.

17. Martynyuk, A.A. Izmeneniya klimata i lesa: vozmozhnye posledstviya i plan dejstvij / A.A. Martynyuk, A.N. Filipchuk // Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika. – 2017. – T. 5. – № 1(27). – S. 276–279. – EDN YQESON.

18. Analiz kompleksa adaptacionnyh mer k ozhidaemym izmeneniyam klimata v lesnom sektore Rossijskoj Federacii / I.O. Torzhkov, T.S. Koroleva, A.V. Konstantinov, E.A. Kushnir // Trudy Sankt-Peterburgskogo NII lesnogo hozjajstva. – 2017. – № 4. – S. 64–77.

19. Druzhinin, F.N. Vosstanovlenie el'nikov rubkami pereformirovaniya / F.N. Druzhinin // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoj vestnik. – 2013. – № 2. – S. 17–22. – EDN PXQDJX.

20. Pereformirovanie proizvodnyh osinnikov v hvojnye nasazhdeniya rubkami uhoda / E.S. Zalesova, E.M. Anan'ev, V.A. Berezhnov [i dr.] // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. – 2016. – № 44. – S. 27–30. – EDN VWKRBN.

21. Ukazaniya po provedeniyu rubok glavnogo pol'zovaniya i lesovosstanovitel'nyh rubok v myagkolistvennyh nasazhdeniyah (dlya opytno-proizvodstvennoj proverki). – Moskva : VNIILM, 1986. – 46 s.

22. Bagaev, S.S. Rezul'taty rubok uhoda v listvenno-elovyh nasazhdeniyah Kostromskoj oblasti. – Tekst : elektronnyj / S.S. Bagaev, A.I. Chudeckij // Lesohozjajstvennaya informaciya : elektron. setevoj zhurn. – 2018. – № 1. – S. 5–20. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2018.1.01. – Rezhim dostupa: URL: <http://lhi.vniilm.ru/>.

23. Zheldak, V.I. Funkcional'no-celevaya "karbonovaya" sistema ob'ektov lesovodstva uglerododeponiruyushchego i uglerodokonservacionnogo naznacheniya: eyo formirovanie i ispol'zovanie / V.I. Zheldak // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie. – 2022. – № 4(56). – S. 47–73. – DOI 10.25686/2306-2827.2022.4.47. – EDN MCZWSQ.