

МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОРЕННЫХ ЛЕСОВ, ОСНОВАННЫЙ НА ПРИНЦИПАХ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЛЕСНОЙ ТИПОЛОГИИ ИВАШКЕВИЧА — КОЛЕСНИКОВА

Н.Н. Теринов[✉], Г.Г. Терехов

ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук» (Ботанический сад УрО РАН), Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а

n_n_terinov@mail.ru

Раскрыты возможности генетической лесной типологии Ивашкевича — Колесникова как теоретической основы для решения задачи по восстановлению коренных (условно-коренных) хвойных лесов. Отмечено, что этот процесс происходит только по коротко- или длительно-производному типу лесообразования. Сделан вывод, что коротко-производный тип наиболее предпочтителен по отношению к длительно-производному: он наименее продолжительный и наиболее успешен с точки зрения формирования коренного (условно-коренного) насаждения. Результаты исследования производных от ельников мягколиственных насаждениях подтвердили, что при решении задачи по восстановлению коренных (условно-коренных) темнохвойных лесов через временно преобладающую некоренную породу (через смену пород) наиболее перспективными объектами являются насаждения, формирующиеся по коротко-производному типу лесообразования. Характеризуются они как первично-производные и появляются после гибели (рубки) коренного древостоя. В этом случае решение задачи по восстановлению темнохвойного насаждения сопровождается циклом рубок трансформации. Рубки проводятся до возраста спелости производных лиственных древостоев. Срок проведения первой рубки зависит от времени заселения деревьев темнохвойных пород на вырубке или под пологом лиственных деревьев. Для их эффективного применения необходима информация о вертикальной структуре древостоя, начиная с его среднего возраста. Учету обязательно подлежат подрост и нижний ярус основных лесообразующих пород (состав, возраст, высота, количество). В результате использования предложенной системы, специально направленной на уход за темнохвойным подростом, по сравнению с существующей (рубки ухода + рубка спелого производного лиственного древостоя) повышается вероятность формирования темнохвойных насаждений, а сам этот процесс сокращается минимум на 10–15 лет.

Ключевые слова: направления лесообразования, смена пород, рубки трансформации, формирование темнохвойного насаждения

Ссылка для цитирования: Теринов Н.Н., Терехов Г.Г. Метод восстановления коренных лесов, основанный на принципах генетической лесной типологии Ивашкевича — Колесникова // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2026. Т. 30. № 1. С. 18–29. DOI: 10.18698/2542-1468-2026-1-18-29

Лесное насаждение характеризуется совокупностью показателей, из которых тип леса является наиболее универсальным. Этот показатель тесно связан с комплексом эдафических, гидрологических и микроклиматических природных факторов, определяющих тип лесорастительных условий (ТЛУ) для каждого лесного участка (таксационного выдела). Качество ТЛУ, в свою очередь, определяется классом бонитета. Типы леса, близкие по лесорастительным условиям и, соответственно, требующие сходных способов ведения лесного хозяйства, объединяются в группы типов леса [1]. Таким образом, по типу леса с учетом состава и возраста древостоя для каждого конкретного лес-

ного участка (таксационного выдела) можно с определенной точностью установить некоторые его характеристики, особенности протекания процесса естественного возобновления, обосновать способ ухода за лесом и технологию рубки и предложить лесовосстановительные мероприятия.

К настоящему времени в России разработаны некоторые типологии, применяемые в зависимости от природных условий и освоенности территорий [2].

Широко известна лесоэкологическая лесная типология Алексева — Погребняка, в основе которой лежит эдафическая сетка. В ней тип леса определяется в зависимости от гидрологических условий и плодородия почвы [3]. Другая лесная типология связана с именем В.Н. Сукачева и представляет собой схему

в виде эдафо-фитоценологических рядов [4]. Тип леса в ней определяется по преобладающей породе, почвенному покрову, подлеску или месту произрастания. Динамическая типология И.С. Мелехова связывает тип вырубki с исходным типом леса [5].

Для Урала, с его сложным рельефом, почвенно-гидрологическими условиями и насаждениями, неоднократно пройденными рубками, наиболее многоплановым и объективным исследованием является лесорастительное районирование лесов Свердловской области [6]. В разработке данной типологии принимала участие группа исследователей, состоящая из лесоводов, почвоведов и геоботаников, под руководством профессора Б.П. Колесникова. Она построена на географо-генетических принципах, предложенных в начале XX в. Б.А. Ивашкевичем [7]. Согласно этой типологии, тип леса определяется в зависимости от географической широты, высоты над уровнем моря и гидрологических условий территории. В свою очередь эти характеристики определяют параметры древостоя, его вертикальную и возрастную структуру на климаксовой стадии развития насаждения (коренной древостой). Важное значение в типологии уделяется особенностям лесообразовательного процесса: возможности восстановления коренных (условно-коренных) лесов через последовательность восстановительно-возрастных смен. Типологии, построенные на таких принципах, получили название *генетические*. Поскольку в генетических типологиях максимально учитывается региональная специфика, их часто называют *географо-генетическими*.

Для практического лесоводства генетический подход служит теоретической основой для сопровождения объективного процесса лесообразования хозяйственными мероприятиями. Тем не менее заложенная в нем возможность целенаправленного восстановления условно-коренных лесов через смену пород на практике не реализуется.

Цель работы

Цель работы — выявление возможностей генетической типологии Ивашкевича — Колесникова как теоретической основы для практического применения в деле восстановления коренных (условно-коренных) лесов.

Материалы и методы

Согласно генетической лесной типологии после рубок, ветровалов и пожаров форми-

вание условно-коренных насаждений, внешне сходных по своим таксационным характеристикам, возрастной и вертикальной структуре с коренными, происходит по коротко- или длительно-производному типу лесообразования (рис. 1). Формирование насаждения по коротко-производному типу может происходить по двум направлениям: 1) при значительном участии коренной (материнской) древесной породы в составе древостоя; 2) при обильном участии коренной древесной породы в подросте. Общим для этих двух направлений является то, что преобладание коренной породы в составе древостоя происходит за период жизни ее одного поколения. Процесс формирования условно-коренного насаждения в направлении 1 осуществляется фактически без смены пород [8]. Он не является распространенным и происходит при сохранении достаточного количества подроста предварительной генерации на вырубке или при образовании самосева на гарях, успешной его сохранности, росте и отсутствии конкуренции со стороны древесно-кустарниковой растительности. Длительность периода формирования условно-коренного насаждения по направлению 1 составляет около 150 лет. В другом направлении некоренные виды древесных пород временно преобладают в верхнем ярусе древостоя.

В силу своих видовых особенностей они в наилучшей степени соответствуют сложившимся лесорастительным условиям. На поздних стадиях онтогенеза древостоя наиболее старая его часть отмирает и в процессе формирования насаждения активно включаются молодые поколения коренных древесных пород из нижнего яруса. Длительность периода формирования условно-коренного насаждения по направлению 2 составляет около 200 лет. В реальности даже при строгом соблюдении всех лесохозяйственных регламентов под влиянием экзогенных природных (ветровалы, пожары, повреждения болезнями, насекомыми и животными) и антропогенных (рубки) факторов формирование условно-коренных насаждений в большинстве случаев происходит через смену пород [9].

При формировании насаждения по длительно-производному типу материнская порода в результате ее малого участия в составе верхнего яруса древостоя и в подросте не может обеспечить доминирование за период жизни одного поколения временно преобладающей породы. Тем не менее, возможность естественного восстановления лесного участка коренной древесной породой, пусть даже и в отдаленной перспективе, сохраняется. По отношению к коротко-производному насаждению, форми-

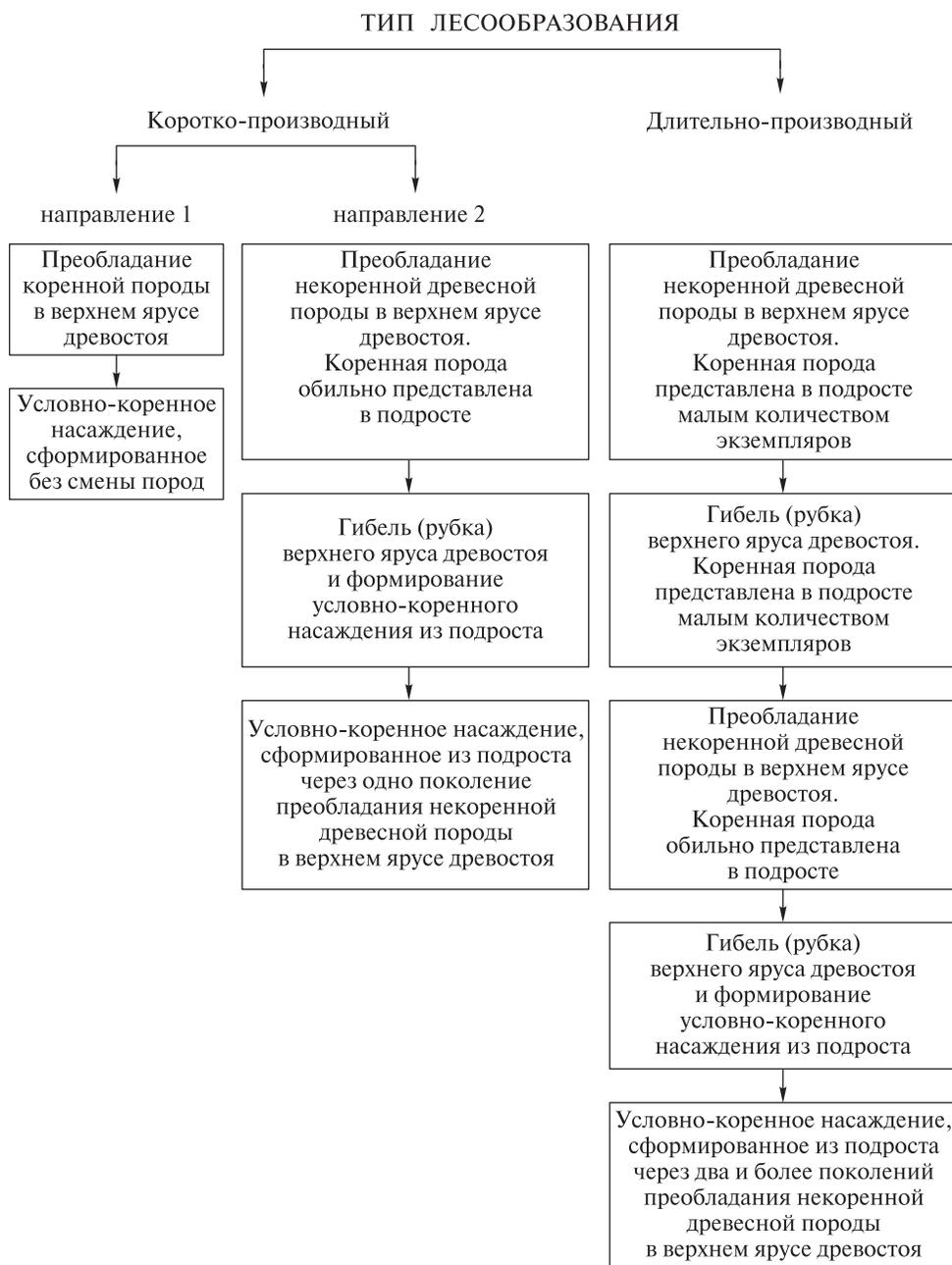


Рис. 1. Схема формирования условно-коренных лесов
Fig. 1. Nominally primary forests formation scheme

рующемуся из подроста, период формирования условно-коренного насаждения по длительно-производному типу занимает еще больше времени и составляет 250 лет и более.

Таким образом, общим для обоих типов лесообразования является возможность формирования условно-коренных лесов. Различия заключаются в длительности этого периода.

При длительном произрастании производных лесов на одной и той же площади в экосистеме постепенно происходят качественные изменения, которые затрагивают весь комплекс

факторов — эдафических, гидрологических, микроклиматических и фитоценологических. Это означает, что тип лесорастительных условий будет постепенно изменяться и переходить на другой качественный уровень. В результате эксплуатация производных лесов без перспективы их восстановления в направлении условно-коренных насаждений может привести к формированию устойчиво-производных насаждений. В этих условиях восстановление коренной породы естественным способом становится невозможным.

Очередность восстановительно-возрастных смен древесной растительности является реакцией экосистемы на существенное изменение природной среды. В этот период объективно создаются специфические условия, способствующие возврату насаждения к исходному его состоянию. Это дает основание рассматривать направление формирования условно-коренных насаждений через смену пород как естественный защитный механизм, блокирующий до определенного предела процесс деградации лесных насаждений и направляющий процесс лесообразования в сторону формирования условно-коренных лесов [10]. Таким образом, формирование условно-коренных насаждений через коротко- и длительно-производные насаждения может служить теоретическим обоснованием для решения практических задач по восстановлению коренных (условно-коренных) лесов.

Результаты и обсуждение

Лесохозяйственное производство не ставит целью доведение насаждений до состояния условно-коренного насаждения. Процесс прерывается рубкой на этапе достижения древостоями возраста спелости. После вырубки древостоя восстановление коренной древесной породы на вырубке, как указано выше, может происходить без смены породы или из подростка после удаления верхнего яруса временно сопутствующей одной или нескольких древесных пород. В этих случаях процесс осуществляется по коротко-производному типу, а состояние насаждения будет определяться как первично-производное (производное первого порядка). После рубки спелого древостоя первично-производного насаждения вновь формирующееся насаждение характеризуется как вторично-производное (производное второго порядка) и так далее, по степени удаленности производных насаждений по отношению к коренному [11]. Со вторично-производного насаждения запускается процесс формирования условно-коренного насаждения по длительно-производному типу лесообразования.

С точки зрения практического лесоводства степень производительности имеет значение при формировании лиственных насаждений. Из них первично-производное (с участием коренной хвойной породы в количестве 3 ед. и менее в составе верхнего яруса древостоя) в силу относительно небольшого периода своего существования (до возраста главной рубки) и высокого восстановительного потенциала по отношению ко вторично-производному следует считать

наиболее предпочтительным временным состоянием производных (вторичных) лесов. Как показано в некоторых работах [12–14] периода 50–60 лет (оборот рубки осиновых и березовых древостоев) достаточно, для того, чтобы произошло существенное улучшение водно-физических свойств, химического состава лесных почвы и увеличение численности подростка хвойных пород. В течение этого периода происходит наращивание демутационного потенциала насаждения. Выражается это в постепенном изменении лесорастительной среды, которая способствует успешному протеканию лесообразовательного процесса [15–20]. Например, по некоторым данным, основная часть подростка ели появляется под пологом березняков возрастом до 40 лет [21]. Это особенно важно в начальный период формирования древостоев, когда потребление минеральных элементов из почвы преобладает над их возвратом [22]. Повторное заселение вырубок лиственными породами (вторично-производное насаждение) преимущественно порослевого происхождения существенно снижает ценность деревьев и удлиняет период восстановления вырубленной площади главной, как правило, коренной хвойной породой.

Задачей лесохозяйственного производства является выращивание производительных древостоев из ценных древесных пород в максимально короткие сроки. При этом большое внимание необходимо уделять рациональному использованию демутационного (восстановительного) потенциала лесных насаждений, методам и способам сопровождения процесса лесообразования хозяйственными мероприятиями [23]. Например, созданием условий рубками ухода для роста и развития деревьев хвойных пород до возраста рубки спелого древостоя (главная рубка). В этом отношении насаждения с изначальным участием в составе древостоя 4 ед. деревьев главной породы и более, и с коротким периодом оборота рубки являются наиболее подходящими. Рубка перестройки и комплекс рубок ухода за лесом успешно решают задачи по формированию древостоев с высоким участием коренной породы в их составе.

При участии в составе молодняков от 1 до 2 ед. деревьев сосны и ели предписаны рубки сильной и очень сильной степени изреживания (40...70 % по запасу). Неоднократно вмешиваясь таким образом в естественный процесс лесообразования, появляется возможность повысить участие в составе древостоя до 4–6 ед. хвойных пород. При этом затраты могут оказаться необоснованно высокими,

а последствия, с точки зрения продуктивности насаждения и производительности древостоя к возрасту рубки, выполнения насаждением гидрологических, защитных и других природообразующих функций — неопределенными и спорными.

Представленные выше варианты формирования условно-коренных насаждений без смены пород и через переформирование мягколиственных молодняков известны, сопровождаются официальными документами и являются руководством в хозяйственной деятельности лесных предприятий [24, 25].

Существует альтернативный вариант восстановления коренной древесной растительности, основанный на развитии насаждения по коротко-производному типу через формирование первично-производного лиственного насаждения. Обеспечить динамику и устойчивость этого процесса позволяет система специализированных мероприятий, разработанная для еловых насаждений и получившая название «рубка трансформации» [26, 27]. Это, прежде всего, система рубок, направленная на целенаправленный уход за подростом ели, пихты и кедра в период до возраста рубки спелого лиственного древостоя. Период проведения цикла рубки трансформации совпадает по времени с руками ухода. Тем не менее, эти подходы имеют разные цели и, соответственно, у них разные методы.

Целью рубок ухода в такой ситуации является выращивание производительных лиственных древостоев к возрасту спелости. Метод ухода — низовой и комбинированный. Полнота древостоя после ухода — не ниже 0,7. Существенный момент: рубки ухода привязаны к возрастной стадии древостоя (прочистка осуществляется в молодняках, прореживание и проходная рубка — в средневозрастных древостоях).

Цель рубки трансформации заключается в уходе за подростом хвойных пород в период его произрастания под верхним лиственным ярусом древостоя. Метод ухода — верховой. Полнота древостоя после рубки — в интервале 0,4...0,5. Принципиально важное условие: первая рубка трансформации зависит от времени заселения коренной породы под пологом лиственного древостоя. Так, при одновременном заселении вырубке лиственными и хвойными породами, первая рубка трансформации проводится в 30-летнем возрасте подростка ели и пихты. При появлении всходов темнохвойных пород под пологом 5-летнего лиственного молодняка — в возрасте 25 лет, 10–20-летнего — в возрасте 20 лет. Если темнохвойные породы появились под пологом 25-летних деревьев березы и осины

и старше, то первая рубка трансформации осуществляется в возрасте подростка ели и пихты 15 лет. Соответственно, возраст лиственных деревьев в это время будет составлять 40 и более лет. Прослеживается закономерность: чем старше древостой, под которым произошло заселение темнохвойных пород, тем меньше их возраст, при котором назначается первая рубка трансформации.

Очередная рубка (если она необходима) проводится через 6–8 лет при активном развитии лиственных деревьев и снижении темпа роста подростка по высоте. Последняя рубка трансформации (в системе рубок она может быть единственной) является выборочной и проводится способом чересполосной постепенной или двухприемной равномерно-постепенной рубки. При равномерно-постепенной рубке в первый прием вырубается преимущественно деревья ели и пихты и наиболее развитые отдельные экземпляры березы и осины. Это позволяет существенно снизить вероятность гибели этих категорий деревьев в результате ветровала [28–30], создает благоприятные лесорастительные условия для роста и развития молодых поколений деревьев хвойных пород [31–33] и повышает их сохранность в процессе заключительного приема рубки [34].

Предлагаемая система рубок трансформации позволяет как минимум на 10–15 лет сократить период восстановления темнохвойного древостоя по сравнению с существующими методами ведения хозяйства [35]. Кроме того, применение системы рубок трансформации тесно связано с процессом естественного возобновления и предусматривает наличие подростка ели, пихты и кедра в средневозрастном или приспевающем производном березняке или осиннике. Поэтому на этих возрастных этапах при таксации насаждений следует указывать количество подростка, высоту и состав. Источником семян для появления подростка могут быть хвойные деревья в составе верхнего яруса древостоя. В системе рубок трансформации на стадии формирования лиственного молодняка предусмотрен уход за такими деревьями. Он заключается в удалении березы и осины в радиусе 1,5...2,0 м от подростка ели, пихты и кедра [36].

В ходе опытно-производственной проверки были получены практические результаты применения рубки, имитирующей последнюю рубку из цикла рубок трансформации. Формально это мероприятие не может быть отнесено к рубкам ухода или рубке спелых древостоев: имеются ограничения вследствие невысокой исходной относительной полноты и категории

Т а б л и ц а 1

**Динамика таксационных характеристик насаждения после двухприемной
равномерно-постепенной рубки (категория лесов — защитная, водоохранная зона)**

**Dynamics of taxation characteristics of forest stand after two-stage evenly-gradual cutting
(forest category — protective, water protection zone)**

Таксационная характеристика насаждения	До рубки	Через 8 лет после первого приема рубки	Через 4 года после заключительного приема рубки	Через 12 лет после заключительного приема рубки
Состав	3Б3Ос2Е2П	4Б4Ос2Е+П	8П2Е1Ос+Б	8П2Е+Б,Ос
Полнота	0,6	0,4	0,35	1,0
Возраст, лет	65	73	27	35
Средний диаметр, см	22	23	–	9,0
Средняя высота, м	20	21	4,9	8,0
Запас, м ³ /га	170	100	18	74
Класс бонитета	II	II	IV	III–IV
Подрост: состав	–	8П1Е1Ос,ед.Б	–	–
количество, тыс. экз/га	–	11,0	5,9	3,7
средняя высота, м	1,1	2,8	–	–
средний возраст, лет	15	23	–	–



Рис. 2. Насаждение через 12 лет после завершения рубки трансформации
Fig. 2. Forest stand 12 years after completion of transformation cutting

защитности лесов. Возраст и состояние древостоя также не являются основанием для назначения выборочной санитарной рубки или рубки обновления.

Один объект (тип леса — ельник липняковый) расположен в кв. 124, выд. 3 Бардымского участкового лесничества Нижнесергинского лесничества (Свердловская область, округ широколиственно-хвойных лесов). В табл. 1 по-

мещена динамика таксационных показателей древостоя до рубки и молодняка после рубки. Рубка, выполненная равномерно-постепенным способом в два приема, формирует определенный вид участка (рис. 2). Проводимые ранее мероприятия по уходу за лесом (подтверждается невысокой исходной полнотой древостоя — 0,6) и наличие семенных деревьев темнохвойных пород способствовали созда-

Т а б л и ц а 2

**Таксационная характеристика насаждения после двухприемной
чересполосной постепенной рубки**

Taxation characteristics of forest stand after two-stage alternate strip cutting

Таксационная характеристика насаждения	Перед первым приемом рубки	Через 6 лет после первого приема рубки	Через 7 лет после заключительного приема рубки
Состав	7Б2Ос1Е+С+П	7Б2Ос1Е+С+П	8Е1П1Б+С,ед.К
Полнота	0,60	0,35	0,45
Возраст, лет	70	75	55
Средний диаметр, см	28	26	17
Средняя высота, м	24	23	14
Запас, м ³ /га	220	120	105
Класс бонитета	II	II	II
Подрост: состав	–	10Е	4Е3П3К
количество, тыс. экз/га	–	2,0	0,6
средняя высота, м	–	2,0	2,5
средний возраст, лет	–	25	35



Рис. 3. Насаждения после завершения рубки трансформации
Fig. 3. Forest stand after completion of transformation cutting

нию благоприятных условий для появления и роста значительного количества подроста ели и пихты. Периодическое его осветление способом равномерно-постепенной рубки, начиная с возраста 15 лет, позволило через 20 лет сформировать 35-летний высокополнотный чистый темнохвойный молодняк.

Другой объект расположен в кв. 206, выд. 1 Красноуральского участкового лесничества

Красноуральского лесничества (Свердловская область, среднетаежный округ). Рубка древостоя выполнена чересполосным постепенным способом в два приема. Таксационная характеристика древостоя в ельнике-сосняке травяном до и после рубки представлена в табл. 2, также зафиксировано состояние насаждения (рис. 3). По поводу этого объекта можно сказать следующее. Чересполосной постепенной рубке

12 лет назад предшествовала выборочная рубка, интенсивность которой (судя по относительной полноте 0,6) была завышена. В момент ее проведения возраст древостоя составлял около 60 лет, а возраст подроста, из которого через 7 лет после второго (заключительного) приема сформировался 55-летний средневозрастный ельник, — 30 лет. Подрост темнохвойных пород появился в 30-летнем производном березняке. Первую, единственную и, соответственно, двухприемную рубку трансформации (с периодом между приемами 8 лет) необходимо было провести при 15-летнем возрасте подроста и возрасте деревьев мягколиственных пород около 45 лет. В этом случае в результате полной вырубki деревьев лиственных пород в возрасте 55 лет сформировался бы еловый древостой (молодняк) возрастом около 25 лет, т. е. на 20 лет раньше, чем это фактически произошло на рассмотренном объекте.

Генетическая лесная типология была успешно внедрена в практику лесоустройства в ряде регионов Урала и Западной Сибири [37]. Разрабатываемые гораздо позднее зарубежными исследователями модели состояния и перехода (State and Transition Models — STM) природных экосистем в рамках классификации «Экологическое описание участков» (Ecological Site Description — ESD) [38] для лесных экосистем близки по сути к отображению лесообразовательного процесса Ивашкевича — Колесникова. Определение насаждения в российской лесной науке и определение экологического участка (Ecological Site — ES) сходны и на практике реализуются в понятии таксационного выдела. Экологическое состояние участка можно рассматривать как сукцессию — переходный этап в восстановлении коренных лесов. Авторы рекомендуют при определении состояния экологического участка включать легкодоступные показатели почвы и растительности. Ранее в России при определении типа леса при таксации насаждения уже практиковались почвенные прикопки с описанием верхних генетических горизонтов почвы, описывались виды травянистых растений-индикаторов и проектное покрытие дикорастущих ягодников в напочвенном покрове. Эталонное базовое состояние экологического участка определялось в таксационном описании показателем коренного типа леса. Информация о текущем, возможно, альтернативном состоянии растительного сообщества на участке отражена в показателе состава (соотношения) древесных пород по ярусам, их среднему возрасту, высоте, диаметре ствола полноте и запасу. Также указываются характеристики подроста и особенности его размещения по площади таксационного выдела.

Другими словами, в России еще в 1970-е годы были реализованы основные принципы управления лесами, основанные на участковом методе таксации при лесоустройстве. Полная информация о лесорастительных условиях, потенциальных возможностях лесного участка и реальной ситуации подвергалась анализу, хранилась и обновлялась каждые 10 лет. На ее основе составлялся проект, по которому осуществлялась хозяйственная деятельность предприятия вплоть до очередного лесоустройства. К сожалению, по некоторым объективным и субъективным причинам, далеко не все результаты научно-исследовательских работ тогда и сейчас реализуются на практике. Многие разработки носят рекомендательный характер и не являются обязательными при планировании хозяйственной деятельности предприятий. Нередко они могут противоречить официальным документам по лесопользованию.

Выводы

1. Предлагаемое решение проблемы по восстановлению коренных лесов через смену древесных пород основано на генетической лесной типологии Ивашкевича — Колесникова и на практике реализуется разработанной для темнохвойных насаждений системой рубок трансформации.

2. Система адаптирована к лесохозяйственному производству и представлена в виде самостоятельного направления в рамках формирования темнохвойных насаждений по коротко-производному типу.

3. Цикл рубок трансформации сопровождается процессом формирования коренных (условно-коренных) темнохвойных лесов в период до возраста спелости производных лиственных древостоев.

4. Практическое применение системы рубок трансформации повышают вероятность формирования темнохвойных лесов и ускоряют этот процесс по сравнению с действующими методами ведения хозяйства минимум на 10–15 лет.

5. Реализация предлагаемого метода на практике позволит обеспечить успешное воспроизводство хвойных лесов и поддерживать устойчивость лесных экосистем, которые кроме сырьевых, выполняют ряд важных экологических функций.

Список литературы

- [1] Рекомендации по ведению лесного хозяйства на зонально-типологической основе в лесах Свердловской области. М.: ВНИИЛМ, 1984. 55 с.

- [2] Фомин В.В., Иванова Н.С., Залесов С.В., Попов А.С., Михайлович А.П. Лесные типологии в Российской Федерации // ИзВУЗ Лесной журнал, 2023. № 6. С. 9–30.
- [3] Погребняк П.С. Общее лесоводство. М.: Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963. 399 с.
- [4] Сукачев В.Н. Избранные труды: в 3 т. Л.: Наука, 1972. Т. 1. 418 с.
- [5] Мелехов И.С. Лесоведение и лесоводство. М.: МЛТИ, 1972. 178 с.
- [6] Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1973. 275 с.
- [7] Манько Ю.И. Выдающийся исследователь лесов Дальнего Востока (к 120-летию Б.А. Ивашкевича) // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2009. № 3. С. 134–140.
- [8] Теринов Н.Н., Андреева Е.М., Залесов С.В., Луганский Н.А., Магасумова А.Г. Восстановление еловых лесов: теория, отечественный опыт и методы решения // ИзВУЗ Лесной журнал, 2020. № 3 (375). С. 9–23.
- [9] Моисеев Н.А. О состоянии и постановке лесных дел в России в начале XXI столетия // Лесное хозяйство, 2012. № 1. С. 7–12.
- [10] Теринов Н.Н., Луганский Н.А. Устойчивое развитие лесных экосистем // Известия Уфимского научного центра РАН, 2017. № 4–1. С. 119–121.
- [11] Лысов Л.А. Моделирование роста и динамики производительности производных березовых древостоев на среднем Урале // Экологические основы рационального использования и воспроизводства лесов Урала. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1986. С. 93–94.
- [12] Дедков В.С., Павлова Т.С., Прокопович Е.В., Агафонов Л.И. Рубки леса и свойства горно-лесных буро-подзолистых почв Среднего Урала // Антропогенные воздействия на свойства почв. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1987. С. 21–35.
- [13] Теринов Н.И., Турков В.Г. Антропогенная динамика горных лесов Среднего Урала // Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1983. С. 158–163.
- [14] Рубцов М.В., Дерюгин А.А. Динамика возрастной структуры популяции ели под пологом южно-таежных березняков Русской равнины // Хвойные борельной зоны, 2013. Т. 30. № 1–2. С. 9–14.
- [15] Сабиров А.Т. Биологическая активность подстилок лесных биогеоценозов Среднего Поволжья // Труды Марийского государственного технологического университета, 1997. № 54. С. 3–5.
- [16] Казимиров Н.И. Биологические основы повышения продуктивности еловых лесов севера // Материалы науч. конф. по вопросам лесного хозяйства. Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 1970. С. 75–76.
- [17] Семенова В.Г. Влияние рубок главного пользования на почвы и круговорот веществ в лесу. М.: Лесная пром-сть, 1975. 183 с.
- [18] Межебовский А.М., Воронкова А.Б., Журавлева М.В., Великотный А.А. Изменение некоторых экологических свойств ели в зависимости от состава насаждений // Лесоведение, 1977. № 1. С. 9–18.
- [19] Рагустис А.Д. Влияние хозяйственных мероприятий на деятельность микроорганизмов в лесных почвах // Материалы науч. конф. по вопросам лесного хозяйства. Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 1970. С. 21–24.
- [20] Ганин Г.Н. Роль почвенной мезофауны в биогенном круговороте элементов в лесных и луговых экосистемах Приамурья // Экология, 1994. № 5. С. 59–67.
- [21] Дерюгин А.А., Рыбакова Н.А., Глазунов Ю.Б. Модель формирования березово-еловых насаждений в условиях южной тайги Русской равнины // ИзВУЗ Лесной журнал, 2024. № 3. С. 23–45.
- [22] Аткин А.С., Аткина Л.И. Оценка хозяйственной деятельности человека в лесу // Проблемы лесоведения и лесной экологии. М.: Изд-во БелНИИЛТИ, 1990. Ч. 1. С. 6–8.
- [23] Теринов Н.Н. Управление темнохвойными лесами эксплуатационного назначения // Хвойные борельной зоны, 2010. Т. 27. № 3–4. С. 294–300.
- [24] Наставления по рубкам ухода в лесах Урала. М.: Всероссийский научно-исследовательский информационный центр по лесным ресурсам, 1994. 100 с.
- [25] Обутверждении правил ухода за лесами: приказ № 534 от 30.07.2020. М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2020. 206 с.
- [26] Теринов Н.Н. Способ трансформации производных мягколиственных насаждений в темнохвойные. Пат. RU 2521706 С2 Российская Федерация, МПК А01G 23/00 / заявитель и патентообладатель ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук». № 2012123574/13; заявл. 06.06.2012; опубл. 10.07.2014. бюл. № 19, 14 с.
- [27] Теринов Н.Н. Метод формирования темнохвойных насаждений // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства, 2013. Вып. 1. С. 64–71.
- [28] Петухов И.Н. Основные таксационные характеристики поврежденных ураганными ветрами насаждений в подзоне южной тайги (Костромская Область) // Сибирский лесной журнал, 2016. № 4. С. 118–127.
- [29] Алесенков Ю.М., Андреев Г.В., Иванчиков С.В. Структура пихто-ельника высокотравно-папоротникового после ветровала // Аграрный вестник Урала, 2010. № 12 (79). С. 56–57.
- [30] Данилик В.Н., Помазнюк В.А. Сохранность деревьев в горных темнохвойных древостоях Южного и Среднего Урала, пройденных несплошными рубками // Леса Урала и хозяйство в них, 1977. № 10. С. 39–45.
- [31] Калачев А.А., Архангельская Т.А., Парамонов Е.Г. Влияние полноты и состава древостоя на жизнеспособность пихтового подростка в условиях Рудного Алтая // Мир науки, культуры, образования, 2013. № 1 (38). С. 328–331.
- [32] Беляева Н.В. Оценка состояния, густоты подростка и других его характеристик в зависимости от состава и строения материнского древостоя — состояние проблемы // Международный научно-исследовательский журнал, 2013. № 3–1 (10). С. 69–73.
- [33] Зарубина Л.В. Состояние естественного возобновления ели в мелколиственных лесах на севере России // ИзВУЗ Лесной журнал, 2016. № 3 (351). С. 52–65. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.3.52
- [34] Паневин В.С., Дебков Н.М. Необходимость научных исследований в насаждениях, сформировавшихся из сохраненного подростка // Вестник

- Томского государственного университета. Биология, 2010. № 1 (9). С. 93–98.
- [35] Терин Н.Н. Концепция трансформации производных мягколиственных насаждений в темнохвойные с целью повышения продуктивности лесов Урала: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.02. Екатеринбург, 2014. 320 с.
- [36] Декатов Н.Е. Рационализировать использование лиственно-еловых древостоев // Лесное хозяйство, 1958. № 12. С. 18–24.
- [37] Байтин А.А., Логвинов И.В., Столяров Д.П., Самойлович Г.Г., Горский П.В., Моисеев В.С., Чертов О.Г., Кострюков А.И. Участковый метод лесоустройства. М.: Лесная пром-сть, 1967. 200 с.
- [38] Bestelmeyer B.T., Ash A., Brown J.R., Densambuu B., Fernández-Giménez M., Johanson J., Levi M., Lopez D., Peinetti R., Rumpff L., Shaver P. State and Transition Models: Theory, Applications, and Challenges // Rangeland Systems: Processes, management and challenges, 2017, pp. 303–345. DOI 10.1007/978-3-319-46709-2_9

Сведения об авторах

Терин Николай Николаевич — д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования, отдел лесоведения, ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук» (Ботанический сад УрО РАН), n_n_terinov@mail.ru

Терехов Геннадий Григорьевич — д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования, отдел лесоведения, ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук» (Ботанический сад УрО РАН), terekhov_g_g@mail.ru

Поступила в редакцию 06.03.2025.

Одобрено после рецензирования 20.05.2025.

Принята к публикации 05.12.2025.

NATIVE FORESTS RESTORATION METHOD BASED ON THE IVASHKEVICH — KOLESNIKOV GENETIC FOREST TYPE SCIENCE

N.N. Terinov✉, G.G. Terekhov

Botanical Garden of the Ural Branch of the RAS, 202a, 8 Marta st., 620144, Yekaterinburg, Russia

n_n_terinov@mail.ru

The possibilities of the Ivashkevich — Kolesnikov's genetic forest typology as a theoretical basis for solving the task of restoring primary (nominally primary) coniferous forests are described. It is noted this process occurs according only to a short-term derivative or long-term derivative type of forest formation. It was concluded that the short-term derivative type is the most preferable compared to the long-term derivative type as it takes a shorter period and is the most successful in terms of the formation indigenous (conditionally indigenous) forest stand. The study results of deciduous stands formed in the place of coniferous stands confirmed that, when solving the problem of restoring primary (nominally primary) dark coniferous forests through a temporarily dominant non-indigenous species (through a change of species), the most promising objects are forest stands developing according to the short-term type of forest formation. They are characterized as primary-derivative forest stands, that is, formed, for example, after the cutting of the primary forest stand. In this case, in order to restore dark coniferous stands a specialized system of transformation felling is required. The cuttings are carried out before the derivative deciduous forest stands get mature. Timing of the first felling depends on when dark coniferous trees appeared in the cut area or under the canopy of deciduous trees. For their effective use, information on the vertical structure of the tree stand, starting from its middle age, is required. The undergrowth and lower story of the main forest-forming species (composition, age, height, quantity) must be taken into account. As a result of using the proposed system specifically aimed at tending the dark coniferous undergrowth, compared to the existing one (thinning cuttings + cutting of age mature derivative deciduous forest stand) the probability of the dark coniferous stands forming increases and this process itself is reduced by at least 10–15 years.

Keywords: forest formation directions, species change, transformation cuttings, dark coniferous stands formation

Suggested citation: Terinov N.N., Terekhov G.G. *Metod vosstanovleniya korennykh lesov, osnovanny na printsipakh geneticheskoy lesnoy tipologii Ivashkevicha — Kolesnikova* [Native forests restoration method based on the Ivashkevich — Kolesnikov genetic forest type science]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2026, vol. 30, no. 1, pp. 18–29. DOI: 10.18698/2542-1468-2026-1-18-29

References

- [1] *Rekomendatsii po vedeniyu lesnogo khozyaystva na zonal'no-tipologicheskoy osnove v lesakh Sverdlovskoy oblasti* [Recommendations on forest management on a zonal and typological basis in the forests of the Sverdlovsk region]. Moscow: VNIILM, 1984, 55 p.
- [2] Fomin V.V., Ivanova N.S., Zalesov S.V., Popov A.S., Mikhaylovich A.P. *Lesnye tipologii v Rossiyskoy Federatsii* [Forest Typologies in the Russian Federation]. Russian Forestry J., 2023, no. 6, pp. 9–30.
- [3] Pogrebnyak P.S. *Obshchee lesovodstvo* [General forestry]. Moscow: Izdatel'stvo sel'skokhozyaystvennoy literatury, zhurnalov i plakatov, 1963, 399 p.
- [4] Sukachev V.N. *Izbrannye trudy* [Selected Research], in 3 t. Leningrad: Nauka, 1972, v. 1, 418 p.
- [5] Melekhov I.S. *Lesovedenie i lesovodstvo* [Forest science and forestry], Moscow: MLTI, 1972, 178 p.
- [6] *Lesorastitel'nye usloviya i tipy lesov Sverdlovskoy oblasti* [Forest growing conditions and forest types of the Sverdlovsk region]. Sverdlovsk: UDC AN SSSR, 1973, 275 p.
- [7] Man'ko Yu.I. *Vydayushchisya issledovatel' lesov Dal'nego Vostoka (k 120-letiyu B.A. Ivashkevicha)* [Outstanding investigator of the Far Eastern forests (on the occasion of the 120th anniversary of B.A. Ivashkevich)] *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences], 2009, no 3, pp. 134–140.
- [8] Terinov N.N., Andreeva E.M., Zalesov S.V., Luganskiy N.A., Magasumova A.G. *Vosstanovlenie elovykh lesov: teoriya, otechestvennyy opyt i metody resheniya* [Rrestoration of spruce forests: theory, national practice and problem solving]. Russian Forestry J., 2020, no. 3, pp. 9–23.
- [9] Moiseev N.A. *O sostoyanii i postanovke lesnykh del v Rossii v nachale XXI stoletiya* [On the state and organization of forestry affairs in Russia at the beginning of the 21st century]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 2012, no. 1, pp. 7–12.
- [10] Terinov N.N., Luganskiy N.A. *Ustoychivoe razvitie lesnykh ekosistem* [Sustainable development of forest ecosystems]. *Izvestiya Ufmskogo nauchnogo tsentra RAN* [Bulletin of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2017, no. 4–1, pp. 119–121.
- [11] Lysov L.A. *Modelirovanie rosta i dinamiki proizvoditel'nosti proizvodnykh berezovykh drevostoev na srednem Urale* [Modeling of growth and productivity dynamics of birch forest stands in the Middle Urals]. *Ekologicheskie osnovy ratsional'nogo ispol'zovaniya i vosproizvodstva lesov Urala* [Ecological bases for rational use and production of Ural forests]. Sverdlovsk: UNC AN SSSR, 1986, pp. 93–94.
- [12] Dedkov V.S., Pavlova T.S., Prokopovich E.V., Agafonov L.I. *Rubki lesa i svoystva gorno-lesnykh buro-podzolistykh pochv Srednego Urala* [Forest cutting and properties of mountain-forest brown-podzolic soils of the Middle Urals]. *Antropogennyye vozdeystviya na svoystva pochv* [Anthropogenic Impacts on Soil Properties. Sverdlovsk: Ufa Scientific Center of the USSR Academy of Sciences]. Sverdlovsk: UNC AN SSSR, 1987, pp. 2–35.
- [13] Terinov N.I., Turkov V.G. *Antropogennaya dinamika gornykh lesov Srednego Urala* [Anthropogenic dynamics of mountain forests of the Middle Urals]. *Ekologo-geograficheskie i geneticheskie printsipy izucheniya lesov* [Ecological, geographical and genetic principles of forest study]. Sverdlovsk: UNC AN SSSR, 1983, pp. 158–163.
- [14] Rubtsov M.V., Deryugin A.A. *Dinamika vozrastnoy struktury populyatsii eli pod pologom yuzhno-taезhnykh bereznyakov Russkoy ravniny* [Dynamics of the age structure of the spruce population under the canopy of southern taiga birch forests of the Russian Plain]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the boreal zone], 2013, v. 30, no. 1–2, pp. 9–14.
- [15] Sabirov A.T. *Biologicheskaya aktivnost' podstilok lesnykh biogeotsenozov Srednego Povolzh'ya* [Biological activity of litters of forest biogeocenoses of the Middle Volga region]. *Trudy Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Transactions of the Mari State Technological University], 1997, no. 54, pp. 3–5.
- [16] Kazimirov N.I. *Biologicheskie osnovy povysheniya produktivnosti elovykh lesov severa* [Biological bases for increasing productivity of northern spruce forests: materials of scientific conference on forestry issues]. Pushkino: VNIILM, 1970, pp. 75–76.
- [17] Semenova V.G. *Vliyanie rubok glavnogo pol'zovaniya na pochvy i krugovorot veshchestv v lesu* [The influence of final felling on soils and the circulation of substances in the forest] Moscow: *Lesnaya promyshlennost'* [Forest Industry], 1975, 183 p.
- [18] Mezhebovskiy A.M., Voronkova A.B., Zhuravleva M.V., Velikotnyy A.A. *Izmenenie nekotorykh ekologicheskikh svoystv eli v zavisimosti ot sostava nasazhdeniy* [Changes in some ecological properties of spruce depending on the composition of forest]. *Lesovedenie* [Forest Science], 1977, no. 1, pp. 9–18.
- [19] Ragustis A.D. *Vliyanie khozyaystvennykh meropriyatiy na deyatelnost' mikroorganizmov v lesnykh pochvakh* [The influence of economic actions on the activity of microorganisms in forest soils: materials of scientific conference on forestry issues]. Pushkino: VNIILM, 1970, pp. 21–24.
- [20] Ganin G.N. *Rol' pochvennoy mezofauny v biogennom krugovorote elementov v lesnykh i lugovykh ekosistemakh Priamur'ya* [The role of soil mesofauna in the biogenic cycle of elements in forest and meadow ecosystems of the Amur region]. *Ekologiya*, 1994, no. 5, pp. 59–67.
- [21] Deryugin A.A., Rybakova N.A., Glazunov Yu.B. *Model' formirovaniya berezovo-elovykh nasazhdeniy v usloviyakh yuzhnoy taygi Russkoy ravniny* [The Model of Birch-Spruce Plantations Formation in the Conditions of the Russian Plain Southern Taiga]. *Russian Forestry J.*, 2024, no. 3, pp. 23–45.
- [22] Atkin A.S., Atkina L.I. *Otsenka khozyaystvennoy deyatelnosti cheloveka v lesu* [Assessment of human economic activity in the forest]. *Problemy lesovedeniya i lesnoy ekologii* [Problems of forest science and forest ecology]. Moscow: BelNIINTI, 1990, part 1, pp. 6–8.
- [23] Terinov N.N. *Upravlenie temnokhvoynymi lesami ekspluatatsionnogo naznacheniya* [Management of dark coniferous forests of the category of commercial one]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the boreal zone], 2010, v. 27, no. 3–4, pp. 294–300.

- [24] *Nastavleniya po rubkam ukhoda v lesakh Urala* [Rules for thinning in the forests of the Urals]. Moscow: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy informatsionnyy tsentr po lesnym resursam [All-Russian Research Information Center for Forest Resources], 1994, 100 p.
- [25] *Ob utverzhdenii pravil ukhoda za lesami: prikaz № 534 ot 30.07.2020* [On approval of forest care rules: order no. 534 dated 30.07.2020]. Moscow: Ministerstvo prirodnykh resursov i ekologii Rossiyskoy Federatsii [Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation], 2020, 206 p.
- [26] Terinov N.N. *Sposob transformatsii proizvodnykh myagkolistvennykh nasazhdeniy v temnokhvoynye* [Method of transformation of derivative soft-leaved stands into dark coniferous ones]. Patent no 2012123574/13, 10.07.2014. Bull. no. 19.
- [27] Terinov N.N. *Metod formirovaniya temnokhvoynnykh nasazhdeniy* [Method of formation of dark coniferous forests]. Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva [Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry], 2013, iss.1, pp. 64–71.
- [28] Petukhov I.N. *Osnovnye taksatsionnye kharakteristiki povrezhdennykh uragannymi vetrami nasazhdeniy v podzone yuzhnoy taygi (Kostromskaya Oblast')* [Main taxation characteristics of forests damaged by hurricane winds in the southern taiga subzone (Kostroma Region)]. Sibirskiy lesnoy zhurnal [Siberian Forestry Journal], 2016, no. 4, pp. 118–127.
- [29] Alesnikov Yu.M., Andreev G.V., Ivanchikov S.V. *Struktura pikhto-el'nika vysokotravno-paprotnikovogo posle vetrovala* [Structure of fir-spruce forest in forest type tall grass-fern spruce after windfall]. Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals], 2010, no. 12 (79), pp. 56–57.
- [30] Danilik V. N., Pomaznyuk V. A. *Sokhrannost' derev'ev v gornyykh temnokhvoynnykh drevostoyakh Yuzhnogo i Srednego Urala, proydennykh nesploshnyimi rubkami* [Preservation of trees in mountain dark coniferous forest stands of the Southern and Middle Urals after selective cuttings]. Lesa Urala i khozyaystvo v nikh [Forests of the Urals and their management], 1977, no. 10, pp. 39–45.
- [31] Kalachev A.A., Arkhangel'skaya T.A., Paramonov E.G. *Vliyaniye polnoty i sostava drevostoya na zhiznesposobnost' pikhtovogo podrosta v usloviyakh Rudnogo Altaya* [The influence of the density and composition of the forest stand on the viability of fir undergrowth in the conditions of Rudny Altai]. Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya [World of science, culture, education], 2013, no. 1 (38), pp. 328–331.
- [32] Belyaeva N.V. *Otsenka sostoyaniya, gustoty podrosta i drugikh ego kharakteristik v zavisimosti ot sostava i stroeniya materinskogo drevostoya — sostoyaniye problemy* [Evaluation of the condition, density of undergrowth and its other characteristics depending on the composition and structure of the parent forest stand — the state of the problem]. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Research J.], 2013, no. 3–1 (10), pp. 69–73.
- [33] Zarubina L.V. *Sostoyaniye estestvennogo vozobnovleniya eli v melkolistvennykh lesakh na severe Rossii* [The state of natural regeneration of spruce in small-leaved forests in northern Russia]. Russian Forestry J., 2016, no. 3 (351), pp. 52–65. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.3.52
- [34] Panevin V.S., Debkov N.M. *Neobkhodimost' nauchnykh issledovaniy v nasazhdeniyakh, sformirovavshikhsya iz sokhranennogo podrosta* [The need for scientific research in forest stand formed from preserved undergrowth]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya [Bulletin of Tomsk State University. Biology], 2010, no. 1 (9), pp. 93–98.
- [35] Terinov N.N. *Kontseptsiya transformatsii proizvodnykh myagkolistvennykh nasazhdeniy v temnokhvoynnye s tsel'yu povysheniya produktivnosti lesov Urala* [The concept of transforming derivative soft-leaf deciduous stands into dark coniferous ones in order to increase the productivity of Ural forests]. Dis. Dr. Sci. (Agric.). Ekaterinburg, Ural State Forestry Engineering University, 2014, 320 p.
- [36] Dekatov N.E. *Ratsionalizirovat' ispol'zovanie listvenno-elovykh drevostoev* [Rationalize using of deciduous-spruce forest stands]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 1958, no. 12, pp. 18–24.
- [37] Baytin A.A., Logvinov I.V., Stolyarov D.P., Samoylovich G.G., Gorskiy P.V., Moiseev V.S., Chertov O.G., Kostryukov A.I. *Uchastkovyy metod lesoustroystva* [Plot method of forest inventory]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forestry industry], 1967, 200 p.
- [38] Bestelmeyer B.T., Ash A., Brown J.R., Densambuu B., Fernández-Giménez M., Johanson J., Levi M., Lopez D., Peinetti R., Rumpff L., Shaver P. *State and Transition Models: Theory, Applications, and Challenges*. Rangeland Systems: Processes, management and challenges, 2017, pp. 303–345. DOI 10.1007/978-3-319-46709-2_9

Authors' information

Terinov Nikolay Nikolaevich  — Dr. Sci. (Agriculture), leading researcher of laboratory of forest restoration, forest protection and forest using, Department of Forestry Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, n_n_terinov@mail.ru

Terekhov Gennady Grigorievich — Dr. Sci. (Agriculture), leading researcher of laboratory of forest restoration, forest protection and forest using, Department of Forestry of Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, terekhov_g_g@mail.ru

Received 06.03.2025.

Approved after review 20.05.2025.

Accepted for publication 05.12.2025.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
The authors declare that there is no conflict of interest