

УДК 63*630*182.2

ПОЛУВЕКОВАЯ ДИНАМИКА КОРЕННЫХ И ПРОИЗВОДНЫХ ДРЕВОСТОЕВ В РЕЗЕРВАТЕ “ВЕПССКИЙ ЛЕС”¹

© 2024 г. А. А. Корепин^{а, *}, Е. А. Капица^а, А. А. Шорохов^б, Е. В. Шорохова^а

^аСанкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова,
Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, 194021 Россия

^бООО “ИКЕА Индастри Тихвин”,
Шведский пр-д, д. 15, Тихвин, Ленинградская обл., 187556 Россия

*E-mail: aakorepin@yandex.ru

Поступила в редакцию 14.12.2022 г.

После доработки 21.03.2023 г.

Принята к публикации 30.05.2023 г.

В условиях активно обсуждаемой концепции интенсификации лесного хозяйства, сокращающихся площадей массивов естественных лесов и связанного с ними биологического разнообразия понимание механизмов восстановления естественных биогеоценозов после нарушений становится все более и более актуальным. Целью данной работы является выявление особенностей восстановления среднетаежных лесных сообществ после сплошной рубки коренных древостоев в сравнении с естественной динамикой сообществ коренных лесов на контрольных участках. В ходе исследования решали следующие задачи: 1) определить показатели запаса древесины коренных и производных древостоев (общие значения; распределение по лесообразующим породам; изменения за период наблюдений); 2) выявить особенности распределения числа деревьев и запаса древесины по ступеням толщины; 3) оценить показатели производительности (среднего прироста) коренных и производных древостоев; 4) описать динамику породного состава производных лесов. Достижение поставленной цели стало возможным благодаря длительному ряду наблюдений на постоянных опытных объектах. Естественные нарушения, вызванные воздействием сильных ветров, способствовали значительному колебанию численности деревьев и запаса древесины в коренных древостоях. Древесный запас производных древостоев, восстанавливающихся после рубки, во многих случаях становился сопоставимым с запасом коренных древостоев уже к 50-летнему возрасту. В отдельные периоды в некоторых коренных и производных древостоях наблюдалось сходство распределения древесного запаса и количества деревьев по ступеням толщины, вызванное сходными по степени внешними воздействиями — рубкой леса или ветровалом высокой интенсивности. Производительность большинства производных древостоев была существенно выше, чем в коренных лесных сообществах. В большинстве производных древостоев первой генерации доминировали лиственные породы при значительной доле хвойных пород. Результаты работы могут быть использованы для решения задач в области лесоуправления, разработки оптимальных сценариев ведения лесного хозяйства в различных древостоях и сохранения и/или восстановления средообразующих функций в управляемых лесах.

Ключевые слова: запас древостоя, число деревьев, сукцессия, рубка леса, ветровал.

DOI: 10.31857/S0024114824010036, EDN: SMHDFV

Время активного освоения человеком коренных таежных лесов подходит к концу. В Европе в настоящее время основная часть таких лесов уже сильно преобразована антропогенной деятельностью, а немногочисленные естественные леса сохранились в труднодоступных и обычно малопродуктивных местообитаниях (Kuuluvainen, Aakala, 2011). В данном исследовании под “коренным” понимается лес, развивающийся без существенного

воздействия человека в течение времени, сопоставимого с предельным биологическим возрастом преобладающей древесной породы. На северо-западе России площади хвойных старовозрастных лесов также быстро сокращаются. Нетронутыми остаются массивы коренных лесов существующих и проектируемых особо охраняемых природных территорий, а также низкопродуктивные древостои ввиду экономической нецелесообразности их промышленного освоения (Громцев, 2019).

Способы и сезонность проведения рубок, методы лесовозобновления, размеры и формы лесосек

¹Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (22-26-00177).

сильно влияют на структурные особенности возобновляющихся вторичных лесов. Очевидно, что формирующиеся после рубки древостои различаются по структуре и динамике структурных характеристик не только между собой, но и в значительной степени отличаются от коренных биогеоценозов (Громцев, 2019). Изучение вторичных лесов, анализ особенностей их восстановления в сравнении с естественной динамикой коренных лесов является актуальной задачей для разработки рекомендаций по ведению лесного хозяйства в них, направленного как на повышение их производительности, так и на выполнение ими средообразующих функций (Лукина, 2020). Применительно к данной работе под производительностью древостоя понимается его способность создавать органическое вещество и аккумулировать его в стволовой древесине (Соловьев, 2010). Несмотря на многочисленность работ по изучению естественного возобновления древостоев в коренных лесах (Дыренков, 1984; Федорчук и др., 1998; Березин и др., 2020) и после рубок (Мельников и др., 2003), закономерности долговременной восстановительной динамики производных древостоев в сравнении с близкими по характеристикам коренными лесными сообществами в литературе освещены недостаточно. Наиболее объективным методическим подходом при решении различных задач, связанных с изучением динамики лесных сообществ, является проведение длительных стационарных наблюдений (Сукачев, Дылис, 1964; Дыренков, 1984; Савицкий, 1986; Шорохова и др., 2021). Анализ временных изменений “динамического контроля” — естественно развивающегося сообщества-пары — позволит понять закономерности восстановления лесного сообщества до максимально устойчивого и сбалансированного состояния.

Цель данной работы — выявить особенности восстановления среднетаежных лесных сообществ после сплошной рубки коренных древостоев и сравнить с естественной динамикой сообществ коренных лесов на контрольных участках. В ходе исследования решали следующие задачи: 1) определить показатели запаса древесины коренных и производных древостоев (общие значения, распределение по лесообразующим породам, изменения за период наблюдений и пр.); 2) выявить особенности распределения числа деревьев и запаса древесины по ступеням толщины; 3) оценить показатели производительности (среднего прироста) коренных и производных древостоев; 4) описать динамику породного состава производных лесов.

На основании анализа литературных данных были предложены следующие рабочие гипотезы: 1) производные древостои имеют разную скорость восстановления в зависимости от исходных и сформировавшихся после рубки лесорастительных условий (Мелехов, 1959), но за счет большого

общего числа и высокой энергии роста молодых деревьев производительность лесов первой после рубки генерации оказывается выше, чем производительность коренных древостоев в сопоставимых лесорастительных условиях; 2) накопление запаса древесины в древостоях после сплошной рубки до значений, сравнимых с запасами коренных древостоев, происходит существенно быстрее восстановления структурных характеристик, свойственных для коренного леса; 3) по породному составу вторичные древостои будут отличаться преобладанием лиственных пород.

Данная работа является продолжением комплексных стационарных исследований массива среднетаежных лесов эталонного значения резервата “Вепсский лес” и первой попыткой охарактеризовать промежуточный этап восстановления производных древостоев в буферной зоне резервата.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в резервате “Вепсский лес” одноименного природного парка, находящегося на востоке Ленинградской области. Территория представляет собой возвышенную (220–260 м над ур. м.) волнистую относительно дренированную моренную равнину с крупными болотными системами и переходными к холмисто-моренным комплексам урочищами (Федорчук и др., 1998). Ландшафт наряду с немногими другими имеет самый высокий послеледниковый возраст на территории северо-запада (Дыренков, Федорчук, 1975). Климат Вепсовского ландшафта характеризуется низкими среднемесячными температурами (среднегодовая температура — +2.8°C) (Шорохова и др., 2022), большой подверженностью заморозкам, коротким вегетационным периодом, повышенным количеством осадков (до 700 мм), в том числе мощным снежным покровом (Федорчук и др., 1998). На данной территории наиболее распространены дренированные и недостаточно дренированные почвы на моренных суглинках и двучленных наносах (серии типов леса — черничная, долгомошно-черничная), заболоченные торфянистые и болотные торфяные почвы (серии типов леса — сфагново-черничная, сфагново-майниковая). Леса черничного типа формируются также на моренных или зандровых песках, однако пересеченность рельефа обуславливает значительное фитоценотическое разнообразие и мелкоконтурность почвенных ареалов (Федорчук и др., 1998; Беляева, 2019). Наиболее распространенным типом фитоценоза в резервате являются ельники чернично-зеленомошные, которые на территории занимают более 40% площади. Резерват включает в себя два лесных массива, сходных по площади различных категорий земель, условиям и мозаике местообитаний, но отличающихся в хозяйственно-историческом отношении. Территория ядра резервата характеризуется



Рис. 1. Расположение парных ПП: 1 — в коренных древостоях, 2 — в производных древостоях.

преобладанием коренных еловых лесов с возрастом основного поколения ели (*Picea abies* (L.) Н. Karst), достигающим 200–300 лет, а некоторых деревьев — 350–400 лет, сосны (*Pinus sylvestris* L.) — 200–250 лет, осины (*Populus tremula* L.) — 130–170 лет (Федорчук и др., 1998), тогда как территория буферной зоны резервата представляет собой сочетание коренных лесов и болот с биогеоценозами вырубок, которые начали формироваться после проведения здесь концентрированных рубок леса, начиная с 1970-х годов (Федорчук и др., 1998).

Для изучения естественной возрастной и восстановительной динамики лесных сообществ и ценопопуляций древесных растений в наиболее типичных местообитаниях в коренных и производных древостоях в 1973–1979 гг. были заложены семь пар постоянных пробных площадей (ПП) (Дыренков, Савицкий, 1981) (рис. 1, 2).

Пробные площади закладывали, руководствуясь отраслевым стандартом “Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки” (ОСТ 56-69-83). Размер пробной площади определяли по наличию на ней не менее 200–250 деревьев основного элемента леса (с диаметром более 6 см) (Дыренков, 1984; Федорчук и др., 1998). Сплошной пересчет

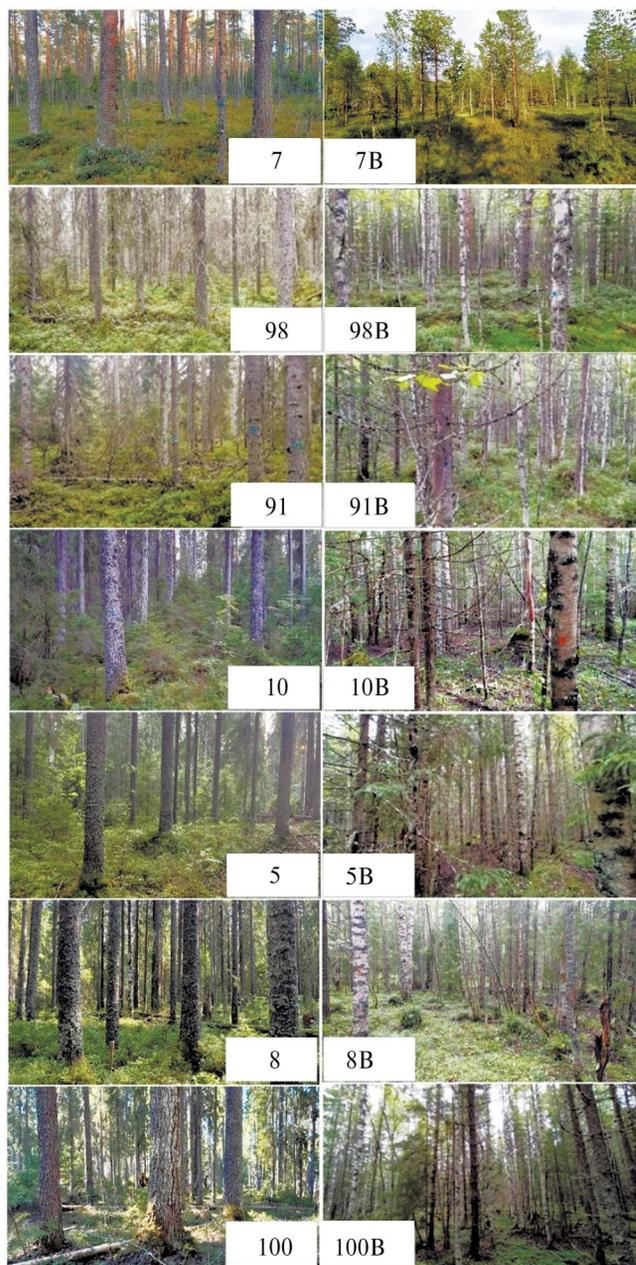


Рис. 2. Учетные объекты на территории резервата “Вепский лес”. Слева — постоянные пробные площади в коренном лесу; справа — постоянные пробные площади, заложенные после вырубки коренного леса в 1973–1974 гг. Фото: Корепин А.А., Аvezов А.А.

древостоя с последующим вычислением всех таксационных показателей в коренных биогеоценозах (БГЦ) проводили регулярно каждые 5 лет, во вторичных лесных сообществах сплошной пересчет древостоя впервые проведен в 2021 году.

Для всех деревьев учетного размера определяли породу, длину окружности (с последующим переводом в диаметр) и состояние (живые и погибшие). Высоту древесных пород устанавливали по графику высот, построенному по результатам измерения

Таблица 1. Характеристика лесорастительных условий и некоторых таксационных показателей древостоев на ПП

№ ПП	Пло-щадь, га	Год закладки	Серия типов леса* / Возрастной структуры древостоя**	Породный состав древостоя	Возраст основного по запасу поколения преобладающей породы, лет	Средний диаметр, см				Кол-во деревьев, шт. га ⁻¹	Запас, м ³ га ⁻¹	Прирост***, м ³ га ⁻¹ год ⁻¹
						С	Е	Б	Ос			
5	0.55	1977	ЧЕРГ / Уо	5Б5Е ед.С ед.Ос	140					792	405.8	5.7
5В	0.28	1979	ЧЕРГ / Уо	6Е3Б1Ос	47					3477	376.4	8.0
7	0.48	1977	БАГ / Ор	10С ед.Е ед.Б	180					693	151.8	1.9
7В	0.39	1979	БАГ / Уо	8С1Е1Б	48					988	54.1	1.1
8	0.20	1977	ЧЕРГ / Ор	10Е + Ос + Б	100					1205	321.3	6.0
8В	0.19	1979	ЧЕРГ / Уо	7Б3Е ед.Ос	47					2704	337.3	7.2
10	0.35	1977	ЧЕРП+ДОЛЧ / Ор	9Е1Б ед.Ос	200					777	412.4	6.0
10В	0.3	1979	ЧЕРГ / Уо	8Б2Е ед.Ос ед.С	48					2988	373.7	7.8
91	0.47	1973	СФЧ / Ар	9Е1Б	140					1028	282.5	3.8
91В	0.50	1979	СФЧ / Уо	6Е3Б1С	47					3222	211.0	4.5
98	0.46	1973	СФЧ / Ар	9Е1Б+С	160					1345	194.0	3.0
98В	0.39	1979	СФЧ / Уо	5Б3С2Е	48					3273	248.2	5.2
100	0.78	1973	ЧЕРГ / Уо	4Ос3Е2С1Б	140					973	580.0	6.4
100В	0.87	1979	ЧЕРГ / Уо	4Б3Е3Ос ед.С	47					2726	354.6	7.5

Примечание. Е — ель (*Picea abies* (L.) N. Karst), Б — береза (*Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh.), Ос — осина (*Populus tremula* L.), С — сосна (*Pinus sylvestris* L.).

* Обозначения серий типов леса: ЧЕРГ — черничная на дренированных сульфиках и двучленных наносах; ЧЕРП — черничная на дренированных песках и супесях; ДОЛЧ — долгомошно-черничная на недостаточно дренированных местообитаниях; СФЧ — сфагново-черничная на слабо дренированных местообитаниях и переходных торфах; БАГ — багульниковая на верховых торфах (Федорчук и др., 1998).

** Обозначение вариантов возрастной структуры древостоя: Ар — абсолютно разновозрастные древостои; Ор — относительно разновозрастные древостои; Уо — условно разновозрастные древостои (Дыренков, 1984). Характеристика таксационных показателей на ПП в коренных древостоях приводится на момент закладки ПП, в производных — на 2021 год.

*** Среднее значение общего текущего прироста с учетом прироста деревьев, вошедших в категорию отпада в межучетный период за 1973(1977)–2019 гг., для коренных и общего текущего прироста без учета деревьев, перешедших в категорию отпада, для производных древостоев.

высоты и диаметра 25–55 деревьев на момент закладки ПП. Запас древесины и другие показатели древостоя определяли по объемным таблицам (по ступеням толщины и разрядам высот) (Третьяков и др., 1952; Мошкалева и др., 1966, 1984), расчет производили с помощью программы “Проба” (Смирнова, Филиппов, 1983), преобразованной для персонального компьютера (табл. 1).

Общий текущий среднепериодический прирост для коренных древостоев определяли с учетом прироста деревьев, перешедших в категорию “отпада” в межучетный период, для производных — без учета отпада по следующей формуле:

$$Z_{MA-n}^n = \frac{M_A - M_{A-n} + M_n^0}{n},$$

где Z_{MA-n}^n — общий текущий среднепериодический прирост, $\text{м}^3 \text{га}^{-1} \text{год}^{-1}$; M_A — древесный запас в конце периода, $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$; M_{A-n} — древесный запас в начале периода, $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$; M_n^0 — запас древесного отпада, $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$; n — период наблюдений, лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Особенности динамики запаса и количества деревьев коренных древостоев. Вследствие динамических процессов, проходящих в лесных сообществах коренных лесов (Федорчук и др., 2011), о постоянстве таксационных показателей древостоев следует говорить очень условно, принимая во внимание изменчивость роста и продуктивности древостоев в пределах типов леса и групп типов леса (Швиденко и др., 2008) в зависимости от их породного состава, происхождения, структуры и степени хозяйственного освоения (Соловьев, 2010). Показательно сравнение основных показателей восстанавливающихся после сплошной рубки древостоев с динамикой древостоев коренных лесов за длительный период наблюдений (рис. 3). Таксационные характеристики в них не оставались постоянными за период наблюдений, рис. 3 иллюстрирует динамичность “контроля”.

За период наблюдения (50 лет) дигрессивные процессы, связанные с постветровой динамикой, на некоторых ПП в коренных древостоях носили ярко выраженный характер — запас древесины значительно снижался. Важно понимать, что восстановление таксационных показателей производных древостоев зависит не только от особенностей восстановительной динамики в них, но и от того, с каким этапом сукцессионного развития коренного древостоя производится сравнение. Как видно на рис. 3, на ПП 10 в 1980-е годы запас древесины значительно снизился, в то время как на других ПП процесс распада древостоя был не так сильно выражен. В целом по результатам наблюдений на ПП, заложенных в коренных БГЦ, наиболее стабильными по запасу оказались

древостои, представленные абсолютно разновозрастными ельниками чернично-сфагновой серии типов леса, а также относительно разновозрастными сосняками багульниковой серии (рис. 3). Вероятно, это связано с положением этих лесных сообществ в пониженных участках рельефа, способствующих защите от прямого воздействия сильных ветров, относительно низкой производительностью древостоев, а также с формирующейся в результате почвенно-гидрологических условий и режима нарушений более сложной пространственной и возрастной структуры популяции породой-эдификатором.

На протяжении всего периода исследований общее снижение численности живых деревьев с большей или меньшей интенсивностью наблюдалось на всех пробных площадях коренных лесных сообществ. Однако наибольшая амплитуда колебаний отмечалась на ПП 10, где за короткий промежуток времени в результате сильного нарушения, вызванного ветровалом, численность деревьев и запаса древесины материнского древостоя сократилась почти вдвое, но впоследствии наблюдался рост числа деревьев и восстановление древесного запаса.

Сравнение основных таксационных характеристик коренных и производных древостоев. По результатам исследований, к 50-летнему возрасту древесный запас в производных древостоях, восстанавливающихся после рубки, во многих случаях становится сопоставим с запасом коренных древостоев при существенной, 3-кратной разнице в количестве деревьев на единицу площади (рис. 3). При этом на 8–12-е ступени толщины деревьев пробных площадей бывших вырубок в среднем приходится 65–85% числа деревьев и 25–55% запаса древостоя. Т.е. большая часть древесного запаса к 50-летнему возрасту восстанавливающегося древостоя уже сосредоточена в деревьях более крупных ступеней толщины. Наблюдаемая к 50-летнему возрасту численность деревьев и их распределение по ступеням толщины в производных древостоях позволяют сделать предположение о том, что дальнейшие динамические процессы в них будут сопровождаться самоизреживанием, главным образом, за счет отпада светолюбивых пород из тонких ступеней толщины.

Прирост древесины средневозрастных насаждений, сформировавшихся на месте вырубок, существенно превышает этот показатель в коренных лесных сообществах (табл. 1). Исключение составляет избыточно увлажненный низкополнотный древостой сосняка багульникового, где, очевидно, требуется большее время для восстановления запаса после рубки.

Динамические процессы в коренных древостоях различной возрастной структуры, находящихся на разных этапах естественной динамики, могут существенно различаться. Вследствие естественного

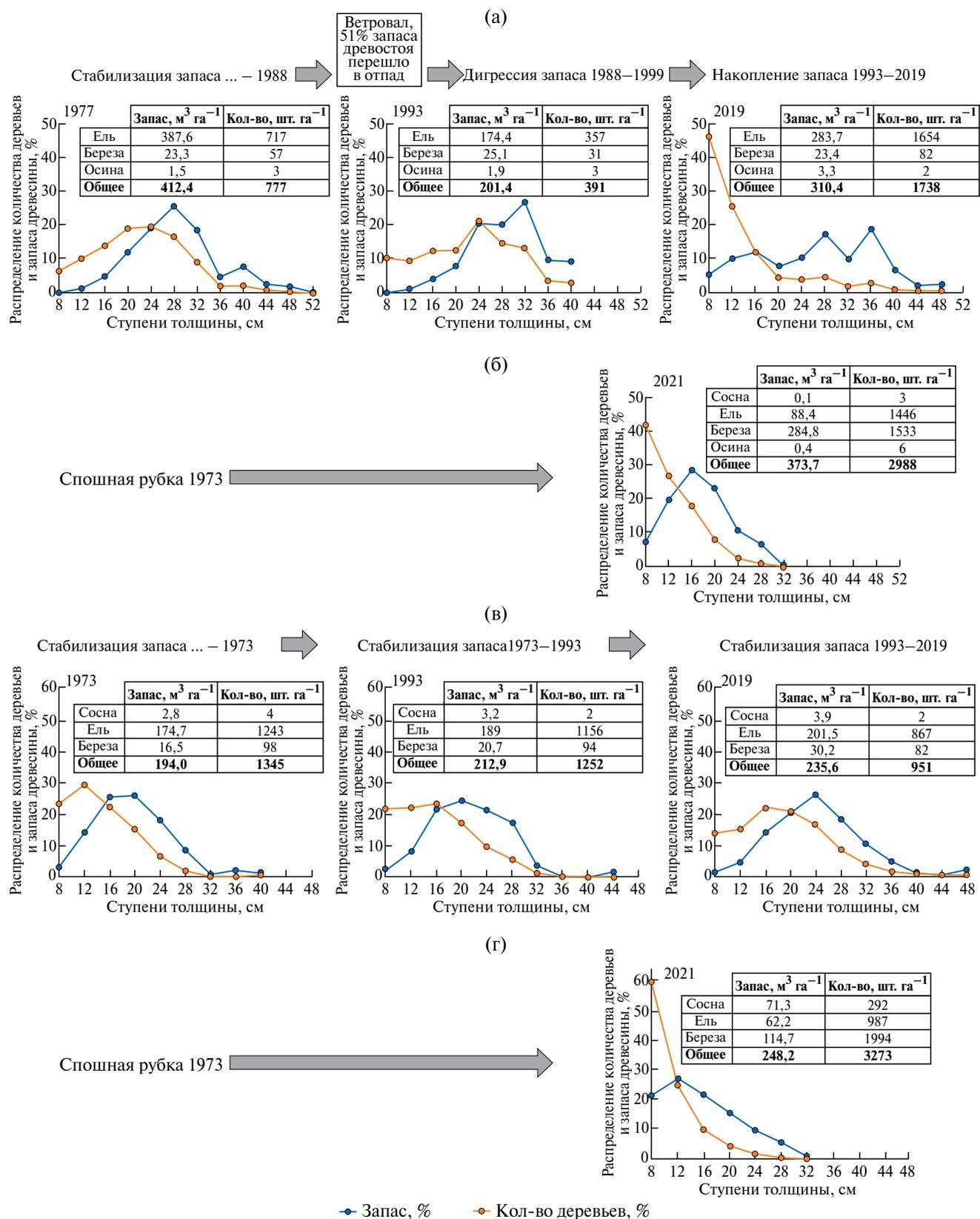


Рис. 4. Динамика запасов и количества деревьев по ступеням толщины на: а) ПП 10; б) ПП 10В; в) ПП 98; г) ПП 98В.

нарушения, вызванного ветровалом конца 1980-х, к 1993 году в относительно разновозрастном древостое на ПП 10 древесный запас и количество деревьев значительно сократились и составили от исходного (на момент закладки ПП) древостоя 49% и 47% соответственно. Распределение оставшихся после нарушения деревьев по ступеням толщины свидетельствует о том, что ветровал затронул особи всех размеров. Характерное для относительно разновозрастного древостоя распределение деревьев по ступеням толщины сохранилось, за исключением почти полного отпада особей самых толстых ступеней толщины (рис. 4). В последующие годы убыль деревьев материнского древостоя продолжилась, и к 2019 году их доля составила 33% от исходного количества. Вместе с тем за счет прироста сохранившихся деревьев запас древесины материнского древостоя остался примерно на том же уровне и составил 50% от исходного. Восстановление общего запаса древостоя продолжилось также за счет пополнения перечетной части древостоя новыми деревьями. Участие молодого поколения, поступающего в перечет, постепенно возрастало и к 2019 году составило 85% от количества деревьев и 34% от общего запаса древостоя.

Динамика абсолютно разновозрастного древостоя на ПП 98 на протяжении всего периода наблюдений выражалась плавным увеличением запаса и снижением количества деревьев (рис. 4). От первого (1973) к последнему (2019) году учета древостоя запас деревьев, присутствовавших в древостое на момент закладки пробной площади, увеличился на 19%, при этом их количество снизилось на 40%. Весьма незначительную роль в накоплении запаса сыграли новые деревья, пополнившие перечетную часть древостоя за исследуемый период. К 2019 году на их долю приходилось 2% от общего запаса древостоя и 15% от общего количества деревьев.

Признаки сходства восстановительной динамики, наблюдаемой в некоторых коренных древостоях после интенсивных нарушений и в производных

древостоях после сплошных рубок, проявляются в скорости восстановления запаса и распределении деревьев по ступеням толщины. Однако при более глубоком рассмотрении структуры распределения запаса и числа деревьев видно, что даже после ветровалов высокой интенсивности оставшиеся деревья способны длительное время сохранять свое участие в структуре древостоя. Вследствие этого частично сохраняется уже несомкнутый полог древостоя, который способствует появлению и ускорению роста елового подроста и препятствует росту пионерных пород (березы (*Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh.) и осины). Так, несмотря на сильные нарушения, произошедшие за период наблюдений на ПП 10, ель сохранила свое доминирующее положение в составе древостоя. В большинстве древостоев, восстанавливающихся после сплошной рубки, участие ели менее выражено, а доминирующее положение занимают пионерные породы.

Динамика породного состава производных лесов. Доля хвойных пород в производных лесах в первые 15 лет после рубки редко превышала 20%, причем при рубке на многих участках удалось сохранить значительную часть елового подроста. Например, после проведения рубки численность сохраненного предварительного возобновления на ПП 5В составила 5.1 тыс. шт. га⁻¹, на 7В — 0.4 тыс. шт. га⁻¹ (сосна), на 8В — 0.7 тыс. шт. га⁻¹, на 10В — 4.1 тыс. шт. га⁻¹, на 91В — 2.1 тыс. шт. га⁻¹, на 98В — 0.4 тыс. шт. га⁻¹, на 100В — 2.3 тыс. шт. га⁻¹ (Федорчук и др., 1998).

В последующие годы породный состав вторичных лесов сильно изменился за счет самоизреживания. Доля хвойных пород в составе древостоев увеличилась на 10–50% из-за усыхания большого количества деревьев лиственных пород (табл. 2).

Тем не менее даже большое количество подроста ели, сохранившееся после рубки, не всегда является основным фактором, определяющим долю ели в составе вторичного древостоя первой

Таблица 2. Динамика породного состава на ПП после рубки коренного древостоя

ПП	Преобладающая до рубки леса порода	Породный состав на ПП, 5 лет после рубки*	Породный состав на ПП, 9–15 лет после рубки*	Породный состав древостоя на ПП, 47–48 лет после рубки**
5В	Б	5Б2Е2Р61Ос	4Е3Б1Ос2Р6	6Е3Б1Ос
7В	С	5Б3С2Е	5Б4С1Е	8С1Е1Б
8В	Е	8Б1Е1Р6	7Б2Р61Е	7Б3Е ед.Ос
10В	Е	5Б3Р62Е	4Е3Б3Р6	8Б2Е ед.Ос ед.С
91в	Е	8Б2Е	9Б1Е	6Е3Б1С
98в	Е	10Б+Е, С	10Б+Е, С	5Б3С2Е
100в	Ос	7Б2Е1Ос	7Б2Е1Ос	4Б3Е3Ос ед.С

* По количеству деревьев (Федорчук и др., 1998).

** По запасу.

генерации. Например, на участках ПП 10В и 100В доля ели в составе средневозрастного древостоя не превышает 20–30%, несмотря на то, что количество сохраненного после рубки подроста было сопоставимо с другими участками (ПП 5В, ПП 91В), где впоследствии сформировались древостои с преобладанием ели. Возможно, что сильно поменявшиеся после сплошной рубки условия экопопа (Мелехов, 1959) негативно повлияли на сохраненный подрост. Можно предположить, что большая часть деревьев ели в рассматриваемых лесных сообществах представлена особями последующего возобновления, в том числе из семян, находившихся в лесной подстилке на момент рубки (Коротков, 1991). Однако эта гипотеза требует проверки.

В относительно богатых лесорастительных условиях на ПП 100В за 48 лет сформировался смешанный древостой. При этом доля осины в составе древостоя возросла за 30 лет с 10 до 30%, а доля березы, наоборот, снизилась с 70 до 30% (табл. 2).

В ряде случаев (ПП 7В, 98В) после рубки произошло заболачивание. Активное разрастание сфагнома (*Sphagnum* L.) на таких участках привело к угнетению не только подроста, но и всходов ели (Федорчук и др., 1998). Дальнейшее восстановление древостоя на этих участках проходило в основном за счет пород более устойчивых к избыточному увлажнению (сосна, береза).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вместе с важностью ведения экономически эффективного лесного хозяйства всеми участниками лесных отношений признаются средообразующие и экосистемные функции леса. Выполнение этих функций в полной мере зависит от устойчивости лесного сообщества по отношению к разного рода внешним воздействиям, степени его приспособленности к конкретным условиям местопроизрастания. Знание структурных особенностей, проявляющихся в древостоях в ходе восстановительной динамики после тех или иных нарушений, требуется для определения таких характеристик насаждения, при которых одновременно обеспечиваются и необходимый уровень устойчивости, и приемлемые (целевые) с точки зрения лесного хозяйства показатели производительности.

Данная работа является попыткой количественно описать восстановление основных таксационных характеристик вторичных лесов первой генерации, возникших на месте рубки древостоя в коренных лесных сообществах. Долговременные наблюдения за являющимися аналогами вырубленных естественными древостоями позволяют сделать вывод о высокой степени соответствия их характеристик, в т.ч. пространственной и возрастной структуры, условиям местообитания. Формирующиеся производные древостои представляют

собой просто организованные лесные сообщества. Материнский коренной древостой, где ель занимала господствующее положение, частично обеспечил предварительное возобновление породы-эдификатора, а большое количество семян ели в подстилке в сочетании с предварительным и последующим обсеменением с соседних участков леса способствовало хорошему последующему возобновлению этой породы. Однако, несмотря на высокую долю участия ели в составе производных древостоев, в большинстве случаев доминировали лиственные породы. Можно предположить, что древостои, формирующиеся после сплошной рубки производных лесов первой и последующих генераций без последующего качественного лесовосстановления, будут иметь все меньшую долю хвойных пород в своем составе.

Восстановительная динамика производных лесных сообществ характеризуется восстановлением древесного запаса до исходного уже в средневозрастных насаждениях. Для ряда других таксационных показателей древостоя, а также видового состава и структуры лесного сообщества в целом восстановление еще продолжается.

Признаки сходства восстановительной динамики, наблюдаемой в некоторых коренных древостоях после интенсивных нарушений и в производных древостоях после сплошных рубок, проявляются в скорости восстановления запаса и в распределении деревьев по ступеням толщины. Однако даже после ветровалов высокой интенсивности оставшаяся часть материнского древостоя способна оказывать влияние на восстановительный процесс: препятствовать возобновлению пионерных древесных пород и способствовать лучшему росту подроста и появлению самосева ели. В результате чего, несмотря на сильные нарушения, ель сохраняет свое доминирующее положение в составе древостоя, в то время как в большинстве древостоев, восстанавливающихся после сплошной рубки, доминирующее положение занимают пионерные породы.

В данной работе сравнивали характеристики коренных и производных таежных лесов на уровне отдельных биогеоценозов. Однако устойчивость лесных экосистем проявляется на уровне лесного массива — пространственно-ограниченного комплекса биогеоценозов. Актуальной задачей будущих исследований становится сравнение массивов коренных и производных лесов.

Авторы выражают глубокую признательность одному из родоначальников исследований на территории “Вепского леса” Виктору Николаевичу Федорчуку за идейное руководство и вдохновение, а также всем коллегам, принимавшим участие в полевых и организационных работах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беляева К.А. Ландшафтная приуроченность лесных сообществ юго-западной части Вепсовской возвышенности: Мат-лы Международной науч.-техн. конф., посвященной 85-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 65-летию Белорусского географического общества. Минск: БГУ, 2019. С. 340–343.
- Березин Г.В., Шорохова Е.В., Шорохов А.А., Капица Е.А., Корепин А.А. Естественное возобновление ели европейской в коренных лесах Балтийско-Белозерского таежного района // СПб.: Политех-Пресс, 2020. 36–38 с.
- Громцев А.Н. Производные леса на западе таежной зоны России: понятия, происхождение, идентификация // Труды КарНЦ РАН. 2019. № 5. С. 5–16.
- Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников // Л.: Наука, 1984. 174 с.
- Дыренков С.А., Савицкий С.С. Резерват “Вепский лес”: (Методические указания и каталог важнейших объектов). Л.: ЛенНИИЛХ, 1981. 84 с.
- Дыренков С.А., Федорчук В.Н. Лесная растительность заповедного участка “Вепский лес” (восток Ленинградской области) // Ботанический журнал. 1975. Т. 60. № 3. С. 424–431.
- Коротков В.Н. Новая парадигма в лесной экологии // Биологический науки. № 8 (332). 1991. С. 7–20.
- Лукина Н.В. Глобальные вызовы и лесные экосистемы // Вестник РАН. 2020. Т. 90. № 6. С. 528–532.
- Мелехов И.С. Основы типологии вырубков // Основы типологии вырубков и ее значение в лесном хозяйстве. Архангельск, 1959. С. 5–23.
- Мельников Е.С., Сеннов С.Н., Грязькин А.В., Мартынов А.Н., Смирнов А.П. Закономерности восстановительных процессов в лесных экосистемах на объектах хозяйственного воздействия // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2003. № 169. С. 191–205.
- Мошкалева А.Г., Нахабцев М.А., Пищелин М.И. Новые таблицы для таксации лесного фонда // Лесное хозяйство. 1966. № 5. С. 48–51.
- Мошкалева А.Г., Давидов Г.М., Яновский Л.Н., Моисеев В.С., Столяров Д.П., Бурневский Ю.И. Лесотаксационный справочник по Северо-Западу СССР // Л.: ЛТА, 1984. 320 с.
- Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки (ОСТ 56-69-83). М.: Гос. комитет СССР по лесн. хоз-ву, 1983. 60 с.
- Савицкий С.С. Организация лесных эталонных участков: Методические указания. Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. 48 с.
- Смирнова А.А., Филиппов Г.В. Обработка пробных площадей на ЭВМ ЕС: Методические рекомендации // Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. 31 с.
- Соловьев В.М. Развитие представлений о производительности и продуктивности насаждений различных типов леса // Леса России и хозяйство в них. Вып. 2 (36). Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. С. 3–9.
- Сукачев В.Н., Дылис Н.В. Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. 566 с.
- Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г. Справочник таксатора: Таблицы для таксации леса. М.—Л.: Гослесбумиздат, 1952. 853 с.
- Федорчук В.Н., Кузнецова М.Л., Андреева А.А., Моисеев Д.В. Резерват “Вепский лес”: Лесоводственные исследования // СПб: СПбНИИЛХ, 1998. 208 с.
- Федорчук В.Н., Шорохова Е.В., Шорохов А.А., Кузнецова М.Л. Возрастная динамика еловых древостоев северо-западной части Русской равнины // Лесоведение. 2011. № 3. С. 3–13.
- Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г., Нильсон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии // М.: Федеральное агентство лесного хозяйства Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, 2008. 886 с.
- Шорохова Е.В., Капица Е.А., Корепин А.А., Шорохов А.А., Березин Г.В., Шорохова М.А. Роль стационарных исследований биогеоценозов и массивов возрастает в условиях изменения климата // СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2021.
- Шорохова Е.В., Корепин А.А., Капица Е.А., Березин А.А., Шорохов А.А., Шорохова М.А. Ценолитическое разнообразие и долговременная динамика массива “Вепский лес” // Лесоведение. 2022. № 6. С. 643–657.
- Шорохова М.А., Березин Г.В., Капица Е.А., Шорохова Е.В. Характеристики крупных древесных остатков в лесном массиве “Вепский лес” — эталоне природы средней тайги // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. № 236. С. 198211.
- Kuuluvainen T., Aakala T. Natural forest dynamics in boreal Fennoscandia: a review and classification // Silva Fennica. 2011. V. 45. № 5. P. 823–841.

Half-Century Dynamics of Structure and Productivity of Forest Stands in Primeval and First Time Clear Cut Middle Boreal Forests

A. A. Korepin¹*, E. A. Kapitsa¹, A. A. Shorohov², E. V. Shorohova¹

¹Saint-Petersburg Forestry University, Institiutskiy ln. 5, Saint-Petersburg, 194021 Russia

²IKEA Industry Tikhvin ltd., Shvedskiy ln. 15, Tikhvin, Leningradsky region, 187556 Russia

*E-mail: aakorepin@yandex.ru

In view of actively discussed intensification of forest management, decreasing areas of natural forests and associated biological diversity, understanding the mechanisms of biogeocenoses recovery after disturbances is becoming more and more relevant. We studied the successional dynamics of middle taiga forest communities after first clear cut as compared to the natural dynamics of primeval forest

communities in the control plots. Our specific objectives were to: 1) compare growing stock of forest stands (total values, distribution by tree species, variation during the observation period); 2) identify distribution of trees number and growing stock by diameter; 3) evaluate the indicators of stand productivity (annual growth increment); 4) describe the dynamics of tree species composition in the harvested forest stands. The results rely on the long-term permanent plot records. The growing stock and the number of trees in primeval stands weren't constant over the observation period. Natural disturbances caused by strong winds contributed to a significant fluctuation in the number of trees and growing stock of some stands. The growing stock of stands recovering after felling in many cases becomes comparable to the stock of primeval forest stands by the age of 50 years. At certain periods, in some primeval and harvested forest stands, there is a similarity in the diameter distribution of growing stock and the number of trees caused by disturbances of similar severity — clear cut or windthrow. The productivity of middle-aged forest stands was significantly higher than that of primeval stands. Many first time clear cut forest stands were characterized by the dominance of deciduous species. Nevertheless, conifers also had a significant share in most tree stands on the account of preserved spruce undergrowth and seeding from the neighboring tree stands. Our results can be used for developing optimal forest management scenarios and restoration programmes for forest ecosystem services in managed forests.

Keywords: growing stock, stem number, growth increment, succession, clear cut, windthrow, regeneration, productivity.

Acknowledgements: The study has been carried out with the financial support of the RSF No. 22-26-00177.

REFERENCES

- Belyaeva K.A., Landshaftnaya priurochennost' lesnykh soobshchestv yugo-zapadnoi chasti Vepsovskoi vozvysheynosti (Landscape distribution of forest communities of South-West part of Veps upland), *International Scientific and Practical Conference, dedicated to the 85th anniversary of the Faculty of Geography and Geoinformatics of the Belarusian State University and the 65th anniversary of the Belarusian Geographical Society*, Minsk, Conf. Proc., Minsk: BGU, 2019, pp. 340–343.
- Berezin G.V., Shorokhova E.V., Shorokhov A.A., Kapitsa E.A., Korepin A.A., *Estestvennoe vozobnovlenie eli evropeiskoi v korennykh lesakh Baltiisko-Belozerskogo taezhnogo raiona* (Natural regeneration of European spruce in the primary forests of the Baltic-Belozersky taiga region), Saint Petersburg: Politekh-Press, 2020, pp. 36–38.
- Dyrenkov S.A., Fedorchuk V.N., Lesnaya rastitel'nost' zapovednogo uchastka "Vepsskii les" (vostok Leningradskoi oblasti) (Forest vegetation of the protected area "Vepssky forest" (east of the Leningrad region)), *Botanicheskii zhurnal*, 1975, Vol. 60, No. 3, pp. 424–431.
- Dyrenkov S.A., Savitskii S.S., *Rezervat "Vepsskii les": Metodicheskie ukazaniya i katalog vazhneishikh ob"ektov* (Nature reserve "Veps forest": Guidelines and catalog of the most important objects), Leningrad: LenNIILKh, 1981, 84 p.
- Dyrenkov S.A., *Struktura i dinamika taezhnykh el'nikov* (Structure and dynamics of the boreal spruce forest), Leningrad: Nauka, 1984, 174 p.
- Fedorchuk V.N., Kuznetsova M.L., Andreeva A.A., Moiseev D.V., *Rezervat "Vepsskii les". Lesovodstvennyye issledovaniya* (Vepsian forest reserve. Forestry studies), Saint Petersburg: Izd-vo SPbNIILKh, 1998, 208 p.
- Fedorchuk V.N., Shorokhova E.V., Shorokhov A.A., Kuznetsova M.L., *Vozrastnaya dinamika elovykh drevostoev severo-zapadnoi chasti Russkoi ravniny* (Age dynamics of spruce stands in Northwestern Russian Plain), *Lesovedenie*, 2011, No. 3, pp. 3–13.
- Gromtsev A.N., *Proizvodnye lesa na zapade taezhnoi zony Rossii: ponyatiya, proiskhozhdenie, identifikatsiya* (Secondary forests in the West of the Russian boreal zone: concepts, genesis, identification), *Trudy KarNTs RAN*, 2019, No. 5, pp. 5–16.
- Korotkov V.N., *Novaya paradigma v lesnoi ekologii* (A new paradigm in forest ecology), *Biologicheskii nauki*, 1991, No. 8 (332), pp. 7–20.
- Kuuluvainen T., Aakala T., *Natural forest dynamics in boreal Fennoscandia: a review and classification*, *Silva Fennica*, 2011, Vol. 45, No. 5, pp. 823–841.
- Lukina N.V., *Global'nye vyzovy i lesnye ekosistemy* (Global challenges and forest ecosystems), *Vestnik RAN*, 2020, Vol. 90, No. 6, pp. 528–532.
- Melekhov I.S., *Osnovy tipologii vyrubok* (Fundamentals of felling typology), In: *Osnovy tipologii vyrubok i ee znachenie v lesnom khozyaistve* (Fundamentals of felling typology and its significance in forestry), Arkhangel'sk, 1959, pp. 5–23.
- Mel'nikov E.S., Sennov S.N., Gryaz'kin A.V., Martynov A.N., Smirnov A.P., *Zakonomernosti vosstanovitel'nykh protsessov v lesnykh ekosistemakh na ob"ektakh khozyaistvennogo vozdeistviya* (Patterns of restoration processes in forest ecosystems at the objects of economic impact), *Izvestiya Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii*, 2003, No. 169, pp. 191–205.
- Moshkalev A.G., Davidov G.M., Yanovskii L.N., Moiseev V.S., Stolyarov D.P., Burnevskii Y.I., *Lesotaksatsionnyi spravochnik po Severo-Zapadu SSSR* (Forest

- inventory guide for the North-West of the USSR), Leningrad: LTA, 1984, 320 p.
- Moshkalev A.G., Nakhabtsev M.A., Pishchelin M.I., *Novye tablitsy dlya taksatsii lesnogo fonda* (New tables for forest fund inventory), *Lesnoe khozyaistvo*, 1966, No. 5, pp. 48–51.
- OST 56-69-83*, (Industrial standard), Moscow: TsBNTI Gosleskhoza SSSR, 1983, 60 p.
- Savitskii S.S., *Organizatsiya lesnykh etalonnykh uchastkov* (Organization of standard forest zones), Leningrad: LenNIILKh, 1986, 48 p.
- Shorokhova E.V., Kapitsa E.A., Korepin A.A., Shorokhov A.A., Berezin G.V., Shorokhova M.A., *Rol' statsionarnykh issledovaniy biogeotsenozov i massivov vozrastay v usloviyakh izmeneniya klimata* (The role of stationary studies of biogeocenoses and massifs is increasing in the context of climate change), Saint Petersburg: Izd-vo Politehnicheskogo un-ta, 2021.
- Shorokhova E.V., Korepin A.A., Kapitsa E.A., Berezin A.A., Shorokhov A.A., Shorokhova M.A., *Tsenoticheskoe raznoobrazie i dolgovremennaya dinamika massiva "Vepsskii les"* (Cenotic diversity and the long-term dynamics of the Veps forest woodland), *Lesovedenie*, 2022, No. 6, pp. 643–657.
- Shorokhova M.A., Berezin G.V., Kapitsa E.A., Shorokhova E.V., *Kharakteristiki krupnykh drevesnykh ostatkov v lesnom massive "Vepsskii les" — etalone prirody srednei taigi* (Characteristics of coarse woody debris in the "Vepssky Forest" reserve, a reference of primeval middle boreal forest), *Izvestiya Sankt-Petersburgskoi lesotekhnicheskoi akademii*, 2021, No. 236, pp. 198–211.
- Shvidenko A.Z., Shchepashchenko D.G., Nil'son S., Bului Y.I., *Tablitsy i modeli khoda rosta i produktivnosti nasazhdenii osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod Severnoi Evrazii: normativno-spravochnye materialy* (Tables and models of growth and productivity of forests of major forest forming species of Northern Eurasia), Moscow: Izd-vo Rosleskhoz, IASA, 2008, 886 p.
- Smirnova A.A., Filippov G.V., *Obrabotka probnykh ploshchadei na EVM ES* (Processing of trial plots on the YeS EVM), Leningrad: LenNIILKh, 1983, 31 p.
- Solov'ev V.M., *Razvitie predstavlenii o proizvoditel'nosti i produktivnosti nasazhdenii razlichnykh tipov lesa* (Development of ideas about the productivity and productivity of plantations of various types of forests), In: *Les Rossii i khozyai stvo v nikh* (Forests of Russia and the economy in them), Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2010, Issue 2 (36), pp. 3–9.
- Sukachev V.N., Dylis N.V., *Osnovy lesnoi biogeotsenologii* (Fundamentals of forest biogeocoenology), Moscow: Nauka, 1964, 566 p.
- Tret'yakov N.V., Gorskii P.V., Samoilovich G.G., *Spravochnik taksatora* (Handbook for taxators), Moscow–Leningrad: Goslesbumizdat, 1952, 853 p.