УДК 630.182.21:581.555.3

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ БЕРЕЗНЯКАХ

Д. В. Татарников

Институт лесоведения РАН
143030, Московская обл., Одинцовский р-он, с. Успенское, ул. Советская, 21

E-mail: cytisus@list.ru

Поступила в редакцию 16.12.2024 г.
Принята к публикации 11.04.2025 г.

Рассматривается вопрос методики объективной периодизации возрастного развития древостоев применительно к производным южно-таежным березнякам в ходе демутационной смены березы (*Betula* L.) елью (*Picea* A. Dietr.). При анализе возрастного ряда березняков обосновано разделение периода господства березы на несколько стадий, существенно различающихся по качественному состоянию ее популяции. Выделено четыре стадии возрастного развития березы: возобновления (до смыкания крон отдельных деревьев в единый полог), молодости (активный рост до достижения количественной спелости), созревания (медленный рост до достижения естественной спелости), зрелости (постепенный распад березового древостоя). На основе стадий возрастного развития березы выделены фазы возрастной динамики производных южно-таежных березняков: образования мелколиственного древостоя, внедрения ели под полог активно растущего березового древостоя, стабилизации двухъярусного березово-елового древостоя и смены пород по мере распада березового древостоя.

Ключевые слова: *производные южно-таежные березняки, демутационная смена березы елью, возрастная динамика древостоев, лесообразовательный процесс, стадии и фазы возрастной динамики*.

DOI: 10.15372/SJFS20250308

ВВЕДЕНИЕ

Все лесные фитоценозы подвержены постоянным внутренним изменениям, важнейшие из которых – возрастные изменения поколений лесообразующих пород, образующих древесный ярус фитоценоза. Через такие возрастные изменения реализуются как демутационные смены одних пород другими, так и устойчивое доминирование коренных пород в главном ярусе через непрерывный круговорот их поколений. Хотя важность изучения возрастной динамики лесных фитоценозов очевидна, длительность возрастных изменений в древостоях сильно затрудняет их детальное исследование. Одним из концептуальных подходов, посвященных описанию возрастной динамики древостоев за длительные промежутки времени и выявлению важнейших закономерностей возрастного развития лесных фитоценозов, является концепция лесообразовательного процесса Б. П. Колесникова (1958).

Характеристика лесообразовательного процесса, который точнее было бы называть лесоэволюционным, основана на разделении возрастной динамики древостоев на периоды, фазы и стадии. Под периодом понимают временной промежуток, в течение которого не меняется значительно породный состав верхнего яруса древостоя. Стадии возрастного развития поколения вида-лесообразователя отражают качественные изменения состояния экземпляров этого поколения с течением времени. А сочетание стадий возрастного развития отдельных поколений древесных пород, совместно произрастающих в лесном фитоценозе, определяет текущую фазу лесообразовательного процесса, характеризующую качественное состояние всего лесного фитоценоза.

В настоящей работе рассматриваются закономерности возрастной динамики производных южно-таежных березняков в период господства березы повислой (*Betula pendula* Roth) в верхнем ярусе в рамках концепции лесообразовательного процесса.

© Татарников Д. В., 2025

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Разделение возрастного развития насаждения на отдельные стадии и фазы должно основываться на объективных показателях состояния, роста и развития древесных пород, а не быть просто результатом деления периода существования лесного фитоценоза на равные временные промежутки, например по возрастным классам доминирующей в древостое породы, чем обычно и ограничиваются при описании возрастного развития древостоев (Мелехов, 1980). При этом используют названия для таких временных промежутков на основе классификации, предложенной Г. Ф. Морозовым (1913) для «естественных ступеней возраста» насаждения: молодняк, чаща, жердняк, приспевающий лес, спелый лес, престарелый лес. Для лучшего совпадения этой классификации с классами возраста в нее еще добавляют стадию средневозрастного леса (Мелехов, 1980; Бакшеева и др., 2016), а стадии молодняка (до смыкания крон) и чащи (после смыкания) объединяют, так как они обе укладываются в один класс возраста. В целом такие стадии не связаны четко с качественными изменениями в росте и состоянии древесной популяции. Для большей информативности разделения возрастного развития на отдельные стадии требуется использовать более содержательные критерии.

Древесные породы отличаются по скорости роста и продолжительности жизни, поэтому возрастное развитие отдельных поколений разных пород деревьев протекает с разной скоростью. Также скорость возрастной динамики древостоев зависит и от продуктивности местообитаний: чем лучше условия, тем быстрее рост и изреживание древостоя. Важнейшими вехами возрастного развития, которые должны лежать в основе выделения стадий возрастной динамики любого элемента леса являются достижение поколением древесной породы количественной и естественной спелости. Для каждой древесной породы характерно свое время достижения их одновозрастными древостоями количественной и естественной спелости в разных условиях.

Количественная спелость наступает, когда средний годовой прирост запаса стволовой древесины за все время жизни достигает максимума и становится равным текущему приросту. Особенностью роста любого дерева является постепенное усиление его прироста в высоту, по диаметру и по запасу с возрастом до достижения кульминации текущего прироста, после чего рост начинает замедляться. Сначала замедляется рост в высоту, а потом по диаметру и по запасу древесины. Текущий прирост во время интенсивного роста превосходит средний ежегодный прирост за все время жизни дерева. По мере его уменьшения разница текущего и среднего прироста становится все меньше, пока они не оказываются равны в момент количественной спелости. Следовательно, достижение количественной спелости означает, что период наиболее активного роста дерева уже пройден. В сомкнутых насаждениях период активного роста совпадает с периодом интенсивного изреживания древостоя, поэтому количественная спелость – это важный рубеж в возрастном развитии поколения лесообразующей породы.

Когда запас господствующего в верхнем ярусе поколения перестает увеличиваться, т. е. прирост его стволового запаса не превышает текущего отпада, это поколение достигает естественной спелости и вступает в стадию распада. Это еще одна ключевая веха возрастного развития поколения лесообразующей породы.

Определение этих ключевых точек возрастного развития основано на обычных таксационных характеристиках древостоев и носит объективный характер, так как связано с достижением экстремумов на графиках «средний ежегодный прирост запаса древостоя – возраст древостоя» (количественная спелость) и «запас древостоя – возраст древостоя» (естественная спелость). Формальное требование к объективности периодизации возрастного развития поколений деревьев – это неизменность функциональных зависимостей между параметрами роста и возрастом в течение каждой отдельной стадии (этапа) возрастного развития (Фильрозе, 1967). И соответственно разные стадии должны различаться между собой разным наклоном кривых, связывающих параметры роста с возрастом деревьев. Предлагаемые критерии периодизации возрастного развития полностью соответствуют этим требованиям, поскольку представления о количественной и естественной спелости в лесоводстве сформировались как показатели изменения важнейших качественных параметров роста поколений деревьев.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Описанные подходы были использованы при характеристике закономерностей лесообразовательного процесса в производных южно-таежных березняках. Многолетние исследования

березняков проводились на стационарах Института лесоведения РАН в Ярославской области. В типологически близких условиях (кисличники и свежие черничники) были заложены пробные площади (пп) в березняках разного возраста, в которых на момент закладки имелся сомкнутый полог ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst). Размер проб варьировал от 0.0625 до 0.3 га, при этом в любом случае при учетах измерялись высота и диаметр у всех деревьев на пробе. Возраст березы определяли по моделям, возраст ели – по кернам, в молодом возрасте – по мутовкам. Всего заложили 21 пробу, на каждой из них были проведены три учета с промежутками в 10 лет или около того. Таким образом, для анализа были доступны 63 учета состояния производных березовых древостоев с подпологовой елью. Возраст березы варьировал от 16 до 115 лет. Проводились также учеты и в более молодых березняках, где закладывались учетные ленты.

В составе первого яруса наряду с березой чаще всего имелось небольшое количество осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) – до 2 единиц состава древостоя. Именно такие учеты составили полный ряд возрастного развития березы. Также имелось небольшое число чистых березняков и древостоев с большим участием осины (3–4 единицы состава древостоя). Их показатели густоты и запаса древесины березы значительно отличались по абсолютной величине при одинаковом возрасте древостоя, соответственно в большую или меньшую сторону. Объединять их в один ряд с основной массой учетов было неправильно, а для отдельных полных возрастных рядов таких учетных данных было недостаточно, поэтому они были отброшены.

На момент закладки пробных площадей на каждой из них имелся сомкнутый полог ели на значительной части площади пробы, но средний возраст ели и его разница с возрастом березы различались. В большинстве случаев ель активно поселялась в насаждении в первые десятилетия жизни березы (раннее возобновление), а участие предварительной ели (чей возраст старше возраста березы) было минимальным. Ель предварительной генерации была лишь немного старше березы, встречалась единично и составляла с елью последующей генерации общий полог. Именно такие учеты состояния еловой популяции в том или ином возрасте березняка были использованы при построении ряда возрастного развития ели под пологом березы. На отдельных пробных площадях появление ели под пологом березы было сильно растянуто (позднее возобновление), что вело к значительно большей густоте и меньшей высоте подпологовой ели при том же возрасте березы. Эти учеты были отброшены. Также были отброшены учеты ели в самом молодом березняке (от 16 до 36 лет), так как там было значительным участие ели предварительной генерации, в результате чего показатели густоты, высоты и запаса древесины елового подроста выпадали из общего ряда.

В результате возрастные ряды по березе и ели получились однородные, показатели из разных учетов и проб на графиках «параметр – возраст» выстроились в одну четкую линию для всех использованных параметров. Это позволило на основе полученных возрастных рядов производных южно-таежных березняков, сформировавшихся после рубок, выполнить периодизацию возрастной динамики березового древостоя и подпологовой ели по предложенной методике выделения стадий возрастного развития.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Возрастная динамика березового древостоя

Период господства березы в верхнем пологе лесного фитоценоза, сформировавшегося на безлесном участке, включает ряд отчетливых стадий ее возрастного развития.

Первая стадия возрастного развития поколения березы, заселяющего вырубку, – *возобновление*. Оно начинается с поселения березового самосева и заканчивается образованием молодого сомкнутого древесного полога. Обычно самосев березы появляется массово в первые годы на свежей вырубке, так что разница в возрасте поселившихся экземпляров, как правило, составляет не более 3 лет. Чем больше нарушена поверхность почвы, тем более массово и быстро происходит поселение березового самосева. Густота березы на 6-летней вырубке в черничном типе леса по имеющимся учетам на трансектах составила 125 000 шт./га, при средней высоте чуть больше 1 м. До смыкания крон молодые деревца развиваются в условиях свободного роста. Это качественно иное состояние, чем рост в условиях сомкнутого насаждения. Еще Г. Ф. Морозов (1913) выделял на этом основании первую естественную ступень возраста насаждения в условиях свободного роста молодых деревьев. До смыкания крон с момента поселения березы проходит немного времени – 5–10 лет.

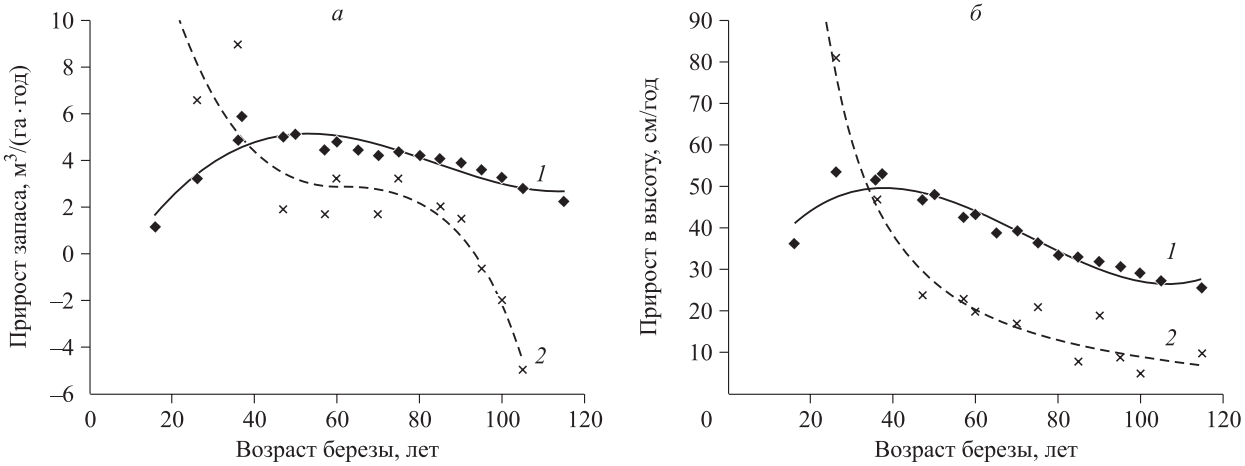

Рис. 1. Средний (*1*) и текущий (*2*) годичные приросты запаса древесины (*а*) и в высоту (*б*) у березы в южнотаежных березняках.

После смыкания крон у поколения березы начинается конкуренция, ведущая к дифференциации отдельных экземпляров по скорости роста, а затем к изреживанию древостоя вследствие отмирания отставших в росте деревьев. В этот период скорость роста деревьев достигает максимума, что сопровождается наибольшей скоростью потребления минеральных ресурсов и накопления древостоем фитомассы. При этом перекрытие крон между отдельными экземплярами, образующими сомкнутый березовый полог, максимально за все время жизни этого поколения (Кайрюкштис, Юодвалькис, 1973), также максимума достигают интенсивность конкуренции и скорость изреживания древостоя. Березовый древостой находится в стадии наиболее активного роста и интенсивного изреживания за время своего существования – стадии своей *молодости*. В это время отмечается кульминация текущего прироста по высоте, диаметру и запасу древостоя. Густота древостоя сокращается многократно, при этом изреживание ведет к выравниванию густоты деревьев по площади насаждения. Размещение деревьев по площади становится более равномерным. Каждое уцелевшее при изреживании дерево закрепляет за собой часть пространства, в котором размещаются ее крона и корневая система – конкуренция в древостое носит состязательный характер (Бигон и др., 1989). Взаимное перекрытие крон при этом существенно снижается. В результате интенсивность конкурентного взаимодействия между уцелевшими экземплярами ослабевает, а густота древостоя стабилизируется (Кайрюкштис, Юодвалькис, 1976).

Завершение периода активного роста и интенсивного изреживания березового древостоя (стадии молодости березового древостоя) маркирует достижение им количественной спелости. Для березовых древостоев время наступления количественной спелости в разных условиях варьирует от 40 до 50 лет с момента появления (Бутенас, 1973). По нашим данным, количественная спелость наступает приблизительно в 40 лет, средний ежегодный прирост в высоту достигает максимума чуть раньше (рис. 1, *б*).

Как текущий прирост на рисунках показан ежегодный среднепериодический прирост за последние 10 лет, т. е. за период между двумя последовательными учетами соответственно запаса древостоя (рис. 1, *а*) и в высоту (рис. 1. *б*). Приросты запаса считались по показателям растущей части древостоя без учета отпада за соответствующий период. Аппроксимационные кривые показаны на графиках только для лучшей визуализации точки пересечения кривых и никакого смыслового значения не несут.

Часто период активного роста разделяют на две возрастные стадии – до кульминации текущего прироста (молодняк) и после кульминации до количественной спелости (жердняк). Но в оба эти периода качественное состояние древесной популяции не меняется: она находится в состоянии интенсивного роста, дифференциации и изреживания. Поэтому такое разделение представляется искусственным. За этими понятиями целесообразно сохранить их общеупотребимое понимание как названия для сомкнутых одновозрастных древостоев первого (молодняк) и второго (жердняк) классов возраста.

Снижение интенсивности роста и изреживания, стабилизация густоты древостоя означает начало следующей стадии возрастного развития березового древостоя – стадии *созревания*, когда

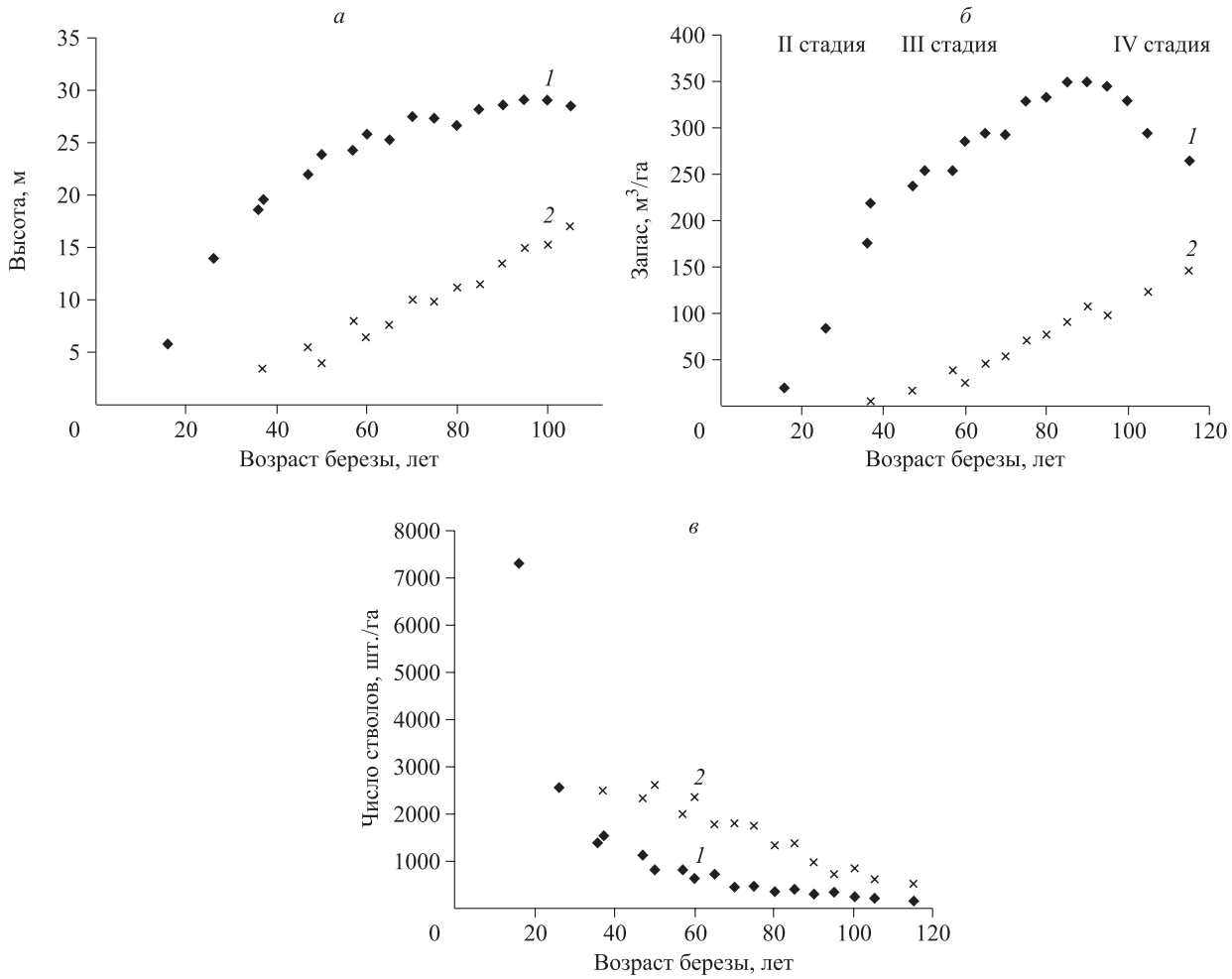

Рис. 2. Высота (*а*), запас стволовой древесины (*б*) и густота (*в*) березы (*1*) и первого поколения ели, растущего под ее пологом (*2*), в ходе возрастной динамики южно-таежных березняков.

высота и запас стволовой древесины березового древостоя продолжают расти, но намного медленнее, чем на предыдущей стадии (рис. 2, *а*, *б*).

Общая интенсивность ростовых процессов постепенно ослабевает. Плодоношение древостоя достигает максимальных значений. Число живых деревьев сокращается незначительно, особенно по сравнению с предыдущей стадией молодости березового древостоя (рис. 2, *в*).

Завершение стадии созревания березового древостоя определяется временем достижения древостоем своей естественной спелости, когда запас древостоя перестает увеличиваться. Для березовых древостоев время достижения естественной спелости указывают в зависимости от условий от 100 до 120 лет с момента появления (Бутенас, 1973). По нашим данным, на всех имеющихся пробах соответствующего возраста падение запаса начинается уже после 95 лет (рис. 2, *б*), а текущий ежегодный прирост запаса стволовой древесины уходит в минус (см. рис. 1, *а*).

В период слабого роста и изреживания древостоев часто выделяют две стадии – приспевания и спелости, привязывая их к готовности древостоя к рубке. Это связано с чисто лесохозяйственным подходом и к задаче объективной периодизации возрастного развития отношения не имеет, так как качественное состояние древесной популяции для этих периодов не меняется существенно – это постепенное ослабление ростовых процессов при интенсивном плодоношении деревьев.

Последняя стадия возрастного развития березового древостоя – зрелость, когда древостой березы уже достиг своей естественной спелости и начинается распад господствующего древесного полога. Многие деревья березы начинают суховершинить, теряют прирост в высоту. В кронах обычны сухие ветви. Снижается интенсивность плодоношения. Число живых деревьев начинает сокращаться быстрее. Длительность этой стадии можно ожидать в 30–40 лет, более точно сказать пока нельзя, поскольку ни один

Таблица 1. Таксационные характеристики древостоя на стыке второй и третьей стадий возрастного развития березы (пп 3, учеты 1993 и 2003 гг.)

Порода	Возраст, лет	Густота, шт./га	Высота, м	Диаметр, см	Запас, м³/га
		1993 г.			
Береза	37	1540	19.6	14.2	218
Осина	37	30	27.2	34.5	36
Ель	33	1580	3.4	3.7	5.5
		2003 г.			
Береза	47	1140	22	16.7	237
Осина	47	30	27.8	38.2	45
Ель	43	1520	5.5	5.8	17

Таблица 2. Таксационные характеристики древостоя во время третьей стадии возрастного развития березы (пп 8, учеты 1993 и 2013 гг.)

Порода	Возраст, лет	Густота, шт./га	Высота, м	Диаметр, см	Запас, м³/га
		1993 г.			
Береза	50	850	23.9	20.5	254
Осина	50	30	23.5	18.4	9
Ель	33	1780	3.9	4.2	7.8
		2013 г.			
Береза	70	480	27.6	25.8	293
Осина	70	20	27.2	26.5	11
Ель	53	1150	10	9.9	53.2

Таблица 3. Таксационные характеристики древостоя на стыке третьей и четвертой стадий возрастного развития березы (пп 18, учеты 2005 и 2015 гг.)

Порода	Возраст, лет	Густота, шт./га	Высота, м	Диаметр, см	Запас, м³/га
		2005 г.			
Береза	90	320	28.6	33.4	349
Осина	90	10	28.5	33.4	16
Ель	72	990	13.9	12.7	101
		2015 г.			
Береза	100	260	29.1	35	329
Осина	100	10	29.1	39.2	18
Ель	82	880	15.3	14.5	127

наблюдаемый нами древостой не достиг окончания этой стадии. Как период наиболее активного распада березняков кисличных типов леса указывается возраст 120–130 лет (Старикова и др., 2023). Возраст самого старого древостоя березы на момент написания статьи превысил 120 лет, распад березы там продолжается. Обследование насаждений, где по имеющимся таксационным описаниям ранее находились старовозрастные березняки, чей возраст должен был достигнуть 150 лет, показало наличие единичных старых деревьев березы, т. е. распад березового древостоя там фактически завершился.

Согласно вышеизложенному, в период господства березы выделяются четыре отчетливые стадии ее возрастного развития: возобновления березового древостоя (0–10 лет), молодости березового древостоя (10–40 лет), созревания березового древостоя (40–95 лет) и зрелости березового древостоя (от 95 лет до окончания распада).

Для детализации наблюдаемой динамики приведены таксационные характеристики в период перехода древостоя березы от стадии молодости к стадии созревания (табл. 1), во время стадии созревания (табл. 2) и в период перехода древостоя березы от стадии созревания к стадии зрелости (табл. 3).

Аналогичный подход к периодизации возрастного развития может быть применен и к любому массовому поколению лесообразующей

породы, которое появляется уже в существующем лесном фитоценозе под пологом имеющегося древостоя. В этом случае переход от стадии *возобновления*, когда молодые экземпляры растут, не оказывая влияния друг на друга, к стадии их роста в составе сомкнутого полога происходит с учетом наличия в фитоценозе экземпляров других древесных пород, образующих этот общий сомкнутый полог. Если же в редких случаях поколение представлено небольшим числом экземпляров, которые в своем большинстве растут не влияя друг на друга до достижения количественной спелости, тем не менее играя важную роль в лесном фитоценозе, то стадии *возобновления* и *молодости* следует разделять, основываясь на индивидуальном онтогенетическом развитии отдельных экземпляров этого поколения: переход к следующей стадии возрастного развития будет связан с массовым переходом отдельных экземпляров из ювенильного в виргинильное возрастное состояние с появлением характерных морфологических признаков, например формированием развитой кроны по всем направлениям.

Возрастная динамика подпологовой ели

В производных березняках в условиях южной тайги при наличии источников обсеменения происходит поселение ели под полог березовых древостоев. В рассматриваемом нами ряду сообществ возобновление ели происходило активно с первых лет существования лесного фитоценоза, при минимальном участии предварительных экземпляров ели, имевшихся уже до поселения березы. Накопление численности елового подроста шло довольно быстро, в результате чего еловый подрост смыкался кронами на большей части площади березняков уже ко времени достижения ими количественной спелости – к 40 годам с момента появления березы. Этот период накопления численности первого поколения ели до начала изреживания елового полога, когда рост отдельных экземпляров ели протекает независимо друг от друга, является первой стадией возрастного развития первого поколения ели – стадией ее *возобновления*. На некоторых пробах наряду с елью заметную роль в общем с ней пологе играет и рябина.

Наблюдающийся диапазон возрастов ели, сформировавшей сомкнутый ярус под пологом березняков, достигает 50 лет. Однако преобладают на всех пробах, независимо от возраста березы, ели одного 20-летнего периода, на который в каждом конкретном случае приходится пик возобновления ели (Рубцов и др., 2000). В дальнейшем в ходе изреживания елового яруса, диапазон возрастов ели первой генерации сокращается за счет преимущественного отпада наиболее молодых деревьев.

Наиболее быстрая скорость формирования сомкнутого полога ели в березняках выявлена в молодом березняке, образовавшемся на полностью расчищенном участке, где предварительной ели не было, но произошло ее массовое поселение одновременно с березой после семенного года. В результате уже в 14-летнем березняке произошло смыкание крон елового подроста на большей части площади фитоценоза, при этом густота елового подроста составляла 26 050 шт./га, а в 19-летнем возрасте зафиксировано начало активного изреживания елового подроста – его густота уменьшилась до 21 750 шт./га. При этом доля экземпляров ели, появившихся одновременно с березой, в составе елового подроста была 92.5 %. В более типичном случае в молодом 20-летнем березняке, где отсутствовала предварительная ель и не наблюдалось одновременного поселения березы и ели, общая численность елового подроста и самосева (без учета всходов) составила 5510 шт./га, при этом смыкания крон елей еще не было. Поколение ели образовывали экземпляры четырех волн возобновления после семенных лет.

На отдельных пробах возобновление ели в первые десятилетия существования березняков протекало медленно, так что 20-летний период, на который приходился пик появления ели, наступал позже. В самом крайнем варианте этот период начался уже после достижения березой 50-летнего возраста, а сомкнутый еловый подрост на этой пробе сформировался к 80 годам с момента поселения березы. Очевидно, что в этом случае в момент распада березы поколение ели будет находится еще в состоянии своего интенсивного роста и сможет сформировать более здоровый, продуктивный и устойчивый первый ярус древостоя. Кроме того, при более позднем возобновлении подпологовой ели ее рост ускоряется, так как сдерживающее влияние березы на ель с возрастом ослабевает.

После смыкания крон елового подроста начинается процесс конкуренции, дифференциации отдельных экземпляров ели по скорости роста, отмирания отставших в росте экземпляров, выравнивание густоты ели по площади – все, что характерно для молодых сомкнутых древостоев.

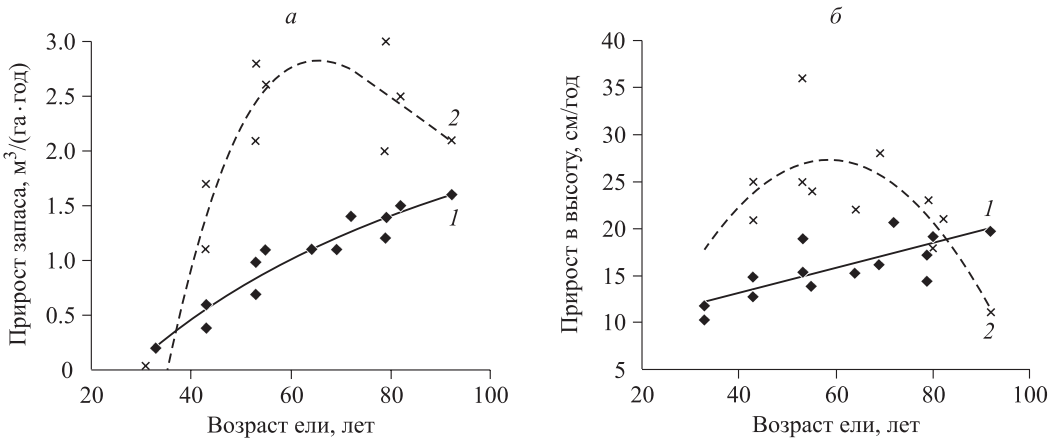

Рис. 3. Средний (*1*) и текущий (*2*) годичный прирост запаса древесины (*а*) и в высоту (*б*) у подпологовой ели первого поколения в южно-таежных березняках.

Скорость ростовых процессов у елей при этом достигает максимальных значений, хотя под пологом они существенно ниже, чем у елей, растущих в составе первого яруса нормальных ельников (Рубцов, Дерюгин, 2002). По сути, ель в этот период находится в стадии своего активного роста и интенсивного изреживания – в стадии своей *молодости*. В этот период, также как и у березы в той же стадии, наблюдается кульминация текущих приростов в высоту, по диаметру и запасу древесины. Эта стадия заканчивается с достижением первым поколением ели количественной спелости. В рассматриваемом ряду сообществ ель первого поколения еще не достигла количественной спелости (рис. 3, *а*), тогда как максимальный средний ежегодный прирост в высоту отмечается в возрасте ели около 80 лет (рис. 3, *б*).

Показанный на рисунках текущий прирост – это ежегодный среднепериодический прирост за последние 10 лет запаса древесины (рис. 3, *а*) и в высоту (рис. 3, *б*). Приросты запаса считались по показателям растущей части без учета отпада за соответствующий период. Несмотря на достижение вершинами растущих елей нижней части березовых крон, никакого массового охлеста елей березовыми ветвями не наблюдается, так что показанное на рис. 3, *б* снижение текущего прироста в высоту у ели первого поколения есть результат эндогенной динамики, а не внешнего воздействия.

После вступления березы в стадию зрелости при достижении ей естественной спелости рост березы в высоту почти прекращается, и ель постепенно сокращает разницу в высоте с первым ярусом древостоя (рис. 2, *а*). Густота ели первого поколения в ходе изреживания постепенно снижается (рис. 2. *в*), а запас растет (рис. 2, *б*). Активный распад древостоя березы приходится на окончание стадии молодости первого поколения ели, что сохраняет возможность выраженного ростового ответа ели на улучшение условий своего существования. Но хорошо известно по результатам рубок березняков, что чем старше сохраненный при рубках березы еловый подрост, тем слабее выражен его ростовой ответ на улучшение условий своего существования (Дерюгин, Серяков, 2002). Будет ли наблюдаться второй пик текущего прироста ели в высоту и по запасу древесины как реакция на распад березового полога и будет ли в связи с этим выражена задержка с достижением елью первого поколения количественной спелости, пока не ясно. Очевидно, что чем моложе ель, тем более выраженный ростовой ответ на распад березового полога можно от нее ожидать. В любом случае фактическая продуктивность елового яруса окажется существенно ниже потенциальной для данных условий произрастания.

Таким образом, в период господства березы в первом ярусе древостоя ель первого поколения под ее пологом, будучи более долговечной породой, проходит только две стадии своего возрастного развития: стадию накопления численности (*возобновления*) и стадию активного изреживания в период кульминации скорости ростовых процессов (*молодости*).

По мере роста лидирующие деревья ели начинают все более активно плодоносить. Число появляющихся всходов при этом значительно возрастает. Если в период наибольшей густоты сомкнутого елового яруса появляющиеся под его пологом всходы ели отмирают полностью в первые годы жизни, то по мере изреживания

первого поколения ели количество выживающего елового самосева растет, а его состояние улучшается (Татарников, 2019). Когда береза находится уже в стадии зрелости, а первое поколение ели заканчивает свое интенсивное изреживание, появление самосева ели после семенных лет становится массовым, а его выживаемость – высокой, что ведет к быстрому накоплению численности второго поколения ели.

Появление второго поколения коренной породы под пологом первого – это начало формирования устойчивого круговорота поколений деревьев коренного леса. Отдельные поколения в коренных разновозрастных лесах отличают низкие скорость роста и продуктивность в сравнении не только со свободнорастущими поколениями, но и с поколениями, появившимися под пологом пионерных пород в производных лесах (Дыренков, 1984). Действительно, по нашим данным, если средняя высота первого поколения ели, появившегося под пологом производных березняков, к 30 годам уверенно превышает 3 м (см. табл. 1 и 2), то средняя высота экземпляров второго поколения ели к этому возрасту едва дотягивает до полуметра (более чем в 6 раз меньше). Детальный анализ хода роста господствующих поколений ели в абсолютно разновозрастных ельниках показал, что для подавляющего большинства экземпляров этих поколений характерен длительный начальный период задержки роста и соответственно выраженная S-образная кривая роста как следствие их развития под многослойным материнским пологом (Дыренков, 1984). А поскольку объективными признаками смены стадий возрастного развития являются точки перегиба на графиках роста (Фильрозе, 1967), то для поколений коренных пород, развивающихся под материнским пологом, именно период начальной депрессии роста следует считать первой стадией их возрастного развития. Эта стадия может длиться очень долго. Если в одновозрастных свободнорастущих ельниках наибольшая дифференциация деревьев, сопровождающая пик активного роста и изреживания, фиксируется в 50–60 лет, то для поколения разновозрастного леса аналогичное распределение относительных размеров деревьев достигается в 140–180 лет (Дыренков, 1984). Перспективы второго поколения ели, появившегося в старовозрастных березняках, более благоприятные, так как распад березового древостоя и завершение изреживания первого поколения ели ведут к постепенному улучшению условий существования под их пологом, что сопровождается увеличением численности и ускорением роста второго поколения ели, находящегося в первой стадии возрастного развития – стадии *возобновления*.

Периодизация возрастного развития березняков

Сочетание стадий возрастного развития господствующей березы и подпологовой ели образует фазы лесообразовательного процесса в период господства березы. Окончание отдельных стадий возрастного развития у разных поколений обычно не совпадает по времени, поэтому фазы лесообразовательного процесса выделяются на основе стадий возрастного развития главной породы первого яруса.

Фаза I. Формирование мелколиственного древостоя. Включает стадию образования березового молодняка (*возобновления* березы). Продолжается около 10 лет.

Фаза II. Поселение ели под полог активно растущего молодого березняка. Включает стадию интенсивного роста и изреживания березового древостоя (*молодости* березы) и стадию *возобновления* ели, когда происходит накопление числа экземпляров елового подроста под пологом березы. Продолжается около 30 лет до достижения древостоем березы количественной спелости.

Фаза III. Стабилизация двухъярусного березово-елового древостоя. Включает стадию замедления роста березового древостоя при стабилизации его численности (*созревания*) и стадию интенсивного роста и изреживания первого поколения ели под пологом березы (*молодости* ели). Продолжается до достижения древостоем березы естественной спелости.

Фаза IV. Распад березового древостоя и смена пород. Включает стадию *зрелости* березы, когда происходит постепенный распад главного яруса древостоя на фоне окончания стадии *молодости* первого поколения ели, которая в эту фазу становится главной лесообразующей породой и вступает в период своего господства. В эту фазу также происходит массовое появление второго поколения ели, находящегося в стадии своего *возобновления*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возрастное развитие отдельных поколений древесных пород в течение их жизни можно четко разделить на несколько качественных стадий:

возобновления (свободного роста до формирования сомкнутого полога), молодости (активного роста и изреживания до достижения количественной спелости), созревания (медленного роста и обильного плодоношения до достижения естественной спелости) и зрелости (постепенный распад зрелого поколения).

В южно-таежных березняках кисличных и черничных типов леса в ходе их возрастного развития зафиксировано достижение березой количественной спелости к 40 годам, а естественной спелости – к 95 годам с момента образования древостоя. Ель, поселяющаяся под полог березы, при активном раннем возобновлении образует сомкнутый полог подроста к 40 годам березы. Наступления количественной спелости ели первого поколения не отмечено в самом старом березняке 115-летнего возраста, где средний возраст ели первого поколения составлял около 90 лет. С активизацией плодоношения ели первого поколения в старовозрастных березняках (после 80 лет) наблюдается накопление елового возобновления второго поколения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бакшеева Е. О., Матвеева Т. А., Иванова Г. А. Основы лесоводства. Красноярск: СибГТУ, 2016. 355 с.

Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. В 2-х т. Пер. с англ. М.: Мир, 1989. Т. 1. 667 с.

Бутенас Ю. Исследование возрастов количественной и естественной спелостей леса // Тр. ЛитНИИЛХ. 1973. Т. 14. С. 211–218.

Дерюгин А. А., Серяков А. Д. Адаптация подпологовой ели к условиям вырубки в подзоне южной тайги // Лесохоз. информ. 2002. № 8. С. 2–17.

Дыренков С. А. Структура и динамика таежных ельников. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1984. 174 с.

Кайрюкштис Л. А., Юодвалькис А. И. Сомкнутость и площадь неизбежных просветов насаждений еловолиственной формации как элемент их структуры // Тр. ЛитНИИЛХ. 1973. Т. 15. С. 179–187.

Кайрюкштис Л. А., Юодвалькис А. И. Явление смены внутривидовой конкуренции на взаимную толерантность индивидов в еловых фитоценозах // Современные исследования продуктивности и рубок леса. Каунас: Райде, 1976. С. 74–84.

Колесников Б. П. Состояние советской лесной типологии и проблема генетической классификации типов леса // Изв. СО АН СССР. 1958. № 2. С. 109–122.

Мелехов И. С. Лесоведение: учеб. для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 408 с.

Морозов Г. Ф. Лес как растительное сообщество. СПб.: Изд-во А. С. Пакафидиной, 1913. 44 с.

Рубцов М. В., Дерюгин А. А. Закономерности роста ели под пологом березняков в онтоценогенезе древостоев // Лесоведение. 2002. № 5. С. 18–25.

Старикова Л. И., Ермохин М. В., Пугачевский А. В., Ивкович В. С. Динамика структуры высоковозрастных древостоев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в Березинском биосферном заповеднике // Бот. (иссл.): сб. науч. тр. Минск: Колорград, 2023. Вып. 52. С. 100–113.

Татарников Д. В. Текущее возобновление ели в производных южно-таежных березняках в ходе демутационных сукцессий // Хвойные бореал. зоны. 2019. Т. 37. № 6. С. 432–442.

Фильрозе Е. М. К методике исследования динамики роста деревьев и насаждений // Лесоведение. 1967. № 2. С. 74–80.

REGULARITIES OF FOREST FORMATION PROCESS IN SOUTHERN TAIGA BIRCH FORESTS

D. V. Tatarnikov

Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences
Sovetskaya str., 21, Uspenskoe village, Odintsovsky District, Moscow Oblast, 143030 Russian Federation

E-mail: cytisus@list.ru

Methods of the objective periodization of the age dynamics of forest stands are considered on the example of southern taiga birch forests in the process of demutational changing birch (*Betula* L.) to spruce (*Picea* A. Dietr.). The analysis of the age range of birch forests has allowed to determine four distinct stages of age development which differ one another by the qualitative state of birch population. There are Stage of regeneration (before forest canopy has closed), Stage of youthfulness (before "quantitative maturity", when the curve of mean annual increment of trunk volume of trees at peak), Stage of maturing (from "quantitative maturity" to "natural maturity", when the curve of trunk volume of trees at peak) and Stage of ripeness (from "natural maturity" to full treefall of first layer of forest). Then, according to the determined stages of age development of main breed, the phases of age dynamics of birch forests have been defined: Phase of young birch forest formation, Phase of active growth of birch and appearance of spruce under birch canopy, Phase of two layers tree stand – first tree layer of birch, second tree layer of spruce, Phase of changing of chief breed in forest as result of death and treefall of birch trees.

Keywords: *derivative southern taiga birch forests, demutational changing birch to spruce, age dynamics of tree stands, forest formation process, stages and phases of age dynamics*.

How to cite: *Tatarnikov D. V.* Regularities of forest formation process in southern taiga birch forests // *Sibirskij Lesnoj Zurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 75–85 (in Russian with English abstract and references).