

СНИЖЕНИЕ ВОЗРАСТА СПЕЛОСТИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ И МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

И. В. Преденна¹, С. В. Залесов¹, Н. М. Итешина², А. С. Попов¹, М. Е. Семенова¹

¹Уральский государственный лесотехнический университет
Российская Федерация, 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37

²Удмуртский государственный аграрный университет
Российская Федерация, 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11
Автор для переписки: Залесов Сергей Вениаминович, e-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. По результатам обработки баз данных лесоустроительных материалов и результатов закладки пробных площадей с валкой учетных деревьев установлена целесообразность перехода в арендных участках крупных целлюлозно-бумажных комбинатов (ЦБК) от количественной к технической спелости. Последняя рассчитывается по максимальному выходу наиболее востребованного сортимента – хвойного баланса. Установление технической спелости позволит снизить возраст рубки в еловых насаждениях, переданных в аренду для заготовки древесины АО «Соликамскбумпром» с 81–100 до 61–80 лет в насаждениях III и выше классов бонитета и с 101–120 до 81–100 лет в насаждениях IV и ниже классах бонитета.

Указанное позволит не только обеспечить повышение выхода древесины с единицы площади, то есть продуктивность лесов, но и минимизировать риски гибели еловых насаждений от лесных пожаров, сильных ветров и эпифитотий вредных насекомых и болезней. В частности, короеда типографа (*Ips typographus* L.).

В то же время снижение возраста рубки вызовет необходимость перехода от мер содействия естественному возобновлению к искусственному и комбинированному лесовосстановлению еловых насаждений с обязательным проведением агротехнических и лесоводственных уходов.

Ключевые слова: ельники, количественная спелость, техническая спелость, возраст рубки, повышение продуктивности лесов, устойчивость.

Conifers of the boreal area. 2025, Vol. XLIII, No. 2, P. 27–34

REDUCING THE AGE OF MATURITY AS A WAY TO INCREASE FOREST PRODUCTIVITY AND MINIMIZE RISKS IN GROWING SPRUCE STANDS

I. V. Predeina¹, S. V. Zalesov¹, N. M. Iteshina², A. S. Popov¹, M. E. Semenova¹

¹Ural State Forestry Engineering University
37, Sibirskiy Trakt Str., Yekaterinburg, 620100, Russian Federation

²Izhevsk State Agricultural University
11, Studentcheskays Str., Izhevsk, 426069, Russian Federation
The author for correspondence: Zalesov Sergey Veniaminovich, e-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

Annotation. Based on the results of the databases of forest management materials processing and the results of laying out test plots with felling of accounting trees it was established the advisability of switching from quantitative to technical maturity in the leased areas of large pulp and paper mills. The latter is calculated on the maximum yield of the most popular assortment of coniferous pulpwood. Establishing of technical maturity will allow reducing the cutting age in spruce stands leased for timber procurement by the JSC “Solikamskbumprom” from 81–100 to 61–80 years in plantings of quality class III or higher and from 101–120 to 81–100 years in plantings of IV quality class or lower.

This will not only ensure an increase in timber yield per unit of area, forest productivity, but also minimize the risk of spruce plantations dying from forest fires, strong winds and epiphytotics of pests and diseases, in particular the engraver beetle (*Ips typographus* L.).

At the same time, reducing the cutting age will necessitate a transition from measures to promote natural regeneration to artificial and combined reforestation of spruce stands with mandatory implementation of agricultural and silvicultural care.

Keywords: spruce forest, quantative maturity, technical maturity, age of cutting, increased forest productivity, sustainability.

ВВЕДЕНИЕ

Научно обоснованное лесное хозяйство должно обеспечивать постоянное неистощительное лесопользование при условии рационального использования выращиваемой продукции леса. Сложность реализации поставленной задачи усугубляется наблюдающимися изменениями климата [Лескинен и др., 2020; Желдак, 2022; Зиновьева, 2022].

В результате повышения температуры воздуха и уменьшения количества осадков возрастают риски гибели насаждений от лесных пожаров, эпифитотий вредных насекомых и болезней, а также штормовых ветров [Feurdean et al., 2000, Vuryaev et al., 2001; Flannigan et al., 2001; Пирихалава-Карпова, 2021; Залесов и др., 2022]. Сложившаяся ситуация требует пересмотра и (или) уточнения нормативно-правовых документов по ведению лесного хозяйства на основе объективных данных о состоянии лесного фонда, устойчивости насаждений, их динамике и рисках, возникающих при непродуманных управленческих решениях.

Поскольку основным видом пользования лесом в большинстве субъектов Российской Федерации является заготовка древесины нами рассмотрено влияние возраста рубки на продуктивность лесов и риски, возникающие в процессе лесовыращивания на примере еловых насаждений Пермского края, находящихся в аренде у АО «Соликамскбумпром».

Под возрастом рубки Н. А. Луганский с соавторами [Луганский и др., 2015] понимали возраст древостоя, начиная с которого он переходит из этапа прироста в этап спелости. В терминологическом словаре [Лесное хозяйство ..., 2002] под возрастом рубки спелых и перестойных насаждений понимается возраст древостоя, установленный для назначения их в рубку спелых и перестойных насаждений в соответствии с целевым назначением лесов.

Важнейшим фактором, влияющим на возраст рубки, является спелость леса, которая, в свою очередь, зависит от целого ряда биологических и экономических факторов. Максимальный эффект от лесовыращивания наблюдается в том случае, когда насаждение поступает в рубку в возрасте той спелости, которая является для лесопользователя целевой. Отклонение от указанного возраста в ту или иную сторону неизбежно приводит к экономическим потерям [Машковский, 2008].

В практике лесопользования чаще всего используется количественная и редко техническая спелости. При этом техническая спелость характеризует возраст древостоя, в котором он имеет наивысший средний прирост по группам основных сортиментов. Возраст наступления максимального среднего прироста древесины всех сортиментов характеризует количественную спелость [Ермаков, 1993; Кахненко, Машковский, 2015; Машковский, Севрюк, 2016].

АО «Соликамскбумпром» является крупнейшим лесопользователем в Пермском крае и ежегодно заготавливает и перерабатывает около 1,5 млн м³ древесины. Основным сырьем для получения газетной бумаги, выпускаемой акционерным обществом, служат хвойные балансы. Однако, как и для других пользователей края, для АО «Соликамскбумпром» в эксплуатационных еловых насаждениях установлен возраст рубки по

количественной спелости, то есть 81–100 лет для насаждений III и выше классов бонитета, 101–120 лет для насаждений IV и ниже классов бонитета. Для защитных лесов указанных классов бонитета возраст рубки выше на один класс возраста, то есть 101–120 и 121–140 лет соответственно. Другими словами, предприятие вынуждено выращивать пиловочник, в то время как необходимым сортиментом являются балансы.

Цель работы – установление возраста технической спелости по максимальному выходу хвойных балансов для АО «Соликамскбумпром» и анализ последствий перехода от количественной спелости к технической.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований служили еловые насаждения Западно-Уральского таежного лесного района. В процессе исследований были обработаны базы данных лесоустроительных материалов (Чермных и др., 2024) с установлением средних таксационных показателей еловых насаждений разных классов возраста и бонитета.

Сбор экспериментальных материалов был выполнен на пробных площадях, которые закладывались в еловых насаждениях I–III и IV классов бонитета в соответствии с требованиями апробированных методических рекомендаций [Данчева, Залесов, 2015; Бунькова и др., 2020]. Помимо естественных древостоев ПП были заложены в искусственных еловых насаждениях.

На всех ПП устанавливались основные таксационные показатели древостоев, а также количественные и качественные показатели подроста путем перечета его на учетных площадках размером 2×2 м в количестве 20–30 учетных площадок на каждой ПП [Об установлении ..., 2021]. Дополнительно при перечете деревьев отбиралось по 25 деревьев ели на каждой ПП пропорционально количеству деревьев в ступенях толщины. Указанные учетные деревья спиливались и разделялись на сортименты в соответствии с требованиями методических рекомендаций А. Г. Мошкалева с соавторами [Мошкалев и др., 1982].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выполненные нами в условиях Западно-Уральского таежного лесного района в границах Пермского края исследования показали, что по материалам лесоустройства выход наиболее востребованного сортимента хвойного баланса в еловых насаждениях прекращает увеличиваться, начиная с 61 года (рис. 1).

В насаждениях IV и ниже классов бонитета возраст резкого сокращения выхода балансов начинается с 81 года (рис. 2).

Материалы рис. 1 и 2 свидетельствуют, что согласно материалам лесоустройства, в арендных участках АО «Соликамскбумпром» наиболее оптимальным является возраст технической спелости, установленный по выходу наиболее востребованного сортимента, то есть 61–80 лет для насаждений I–III классов бонитета и 81–100 лет для насаждений IV и ниже классов бонитета.

Установленные возраста технической спелости подтверждаются и материалами заложенных нами пробных площадей (рис. 3 и 4).

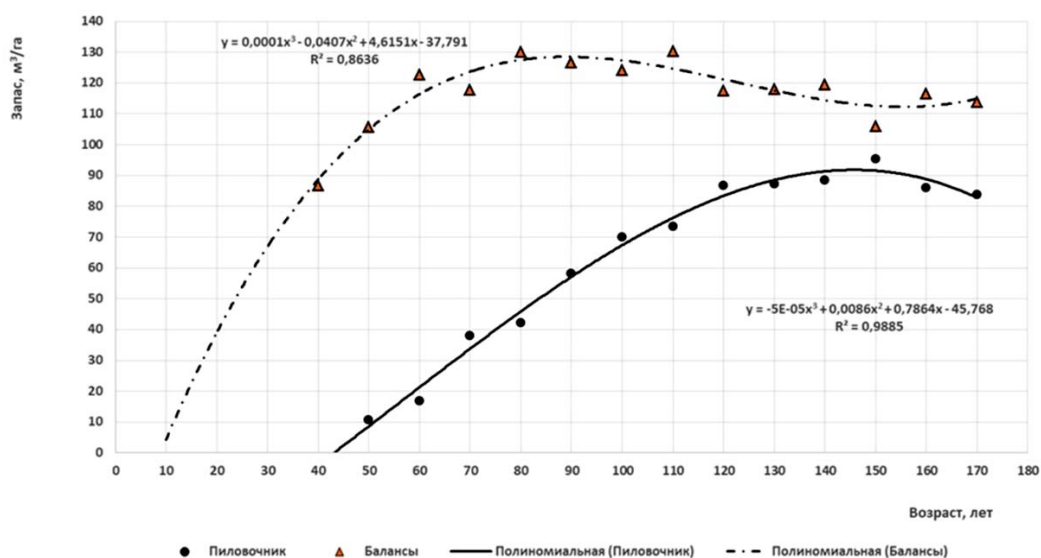


Рис. 1. Возрастная динамика основных еловых сортиментов в ельниках естественного происхождения (класс бонитета I–III) – материалы лесоустройства

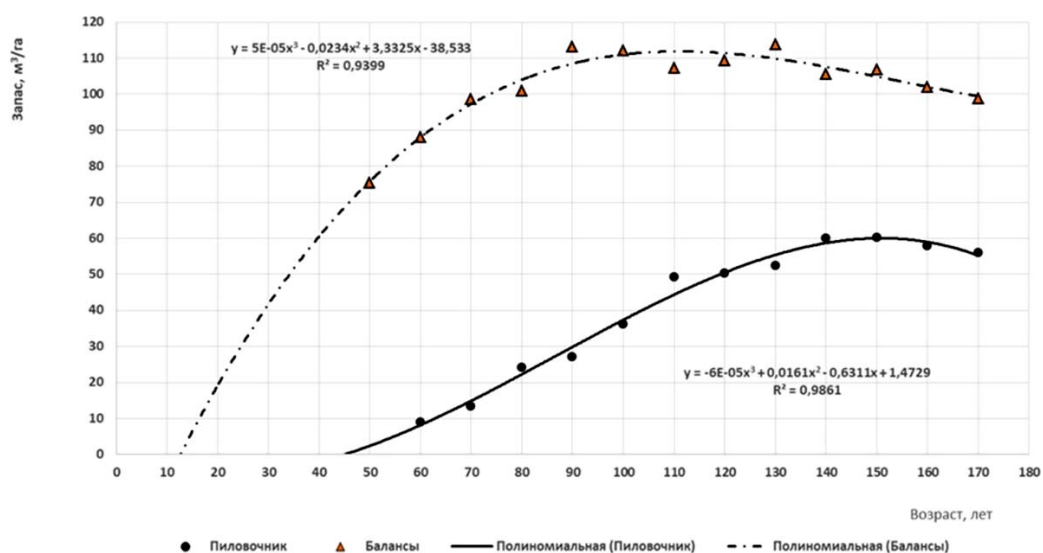


Рис. 2. Возрастная динамика основных еловых сортиментов в ельниках естественного происхождения (класс бонитета IV и ниже) – материалы лесоустройства

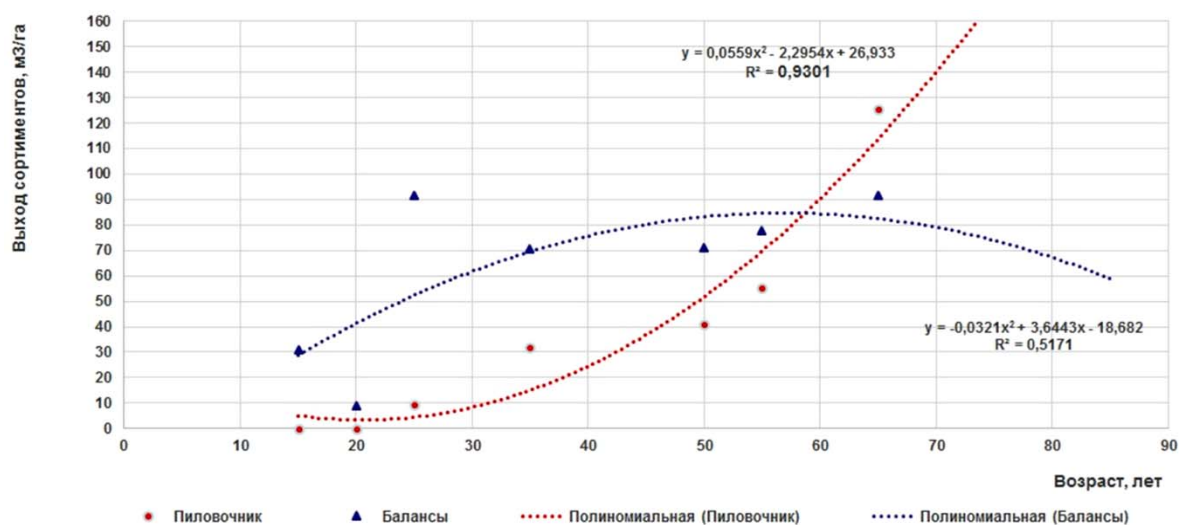


Рис. 3. Возрастная динамика основных еловых сортиментов в ельниках естественного происхождения (класс бонитета I–III) – полевые материалы

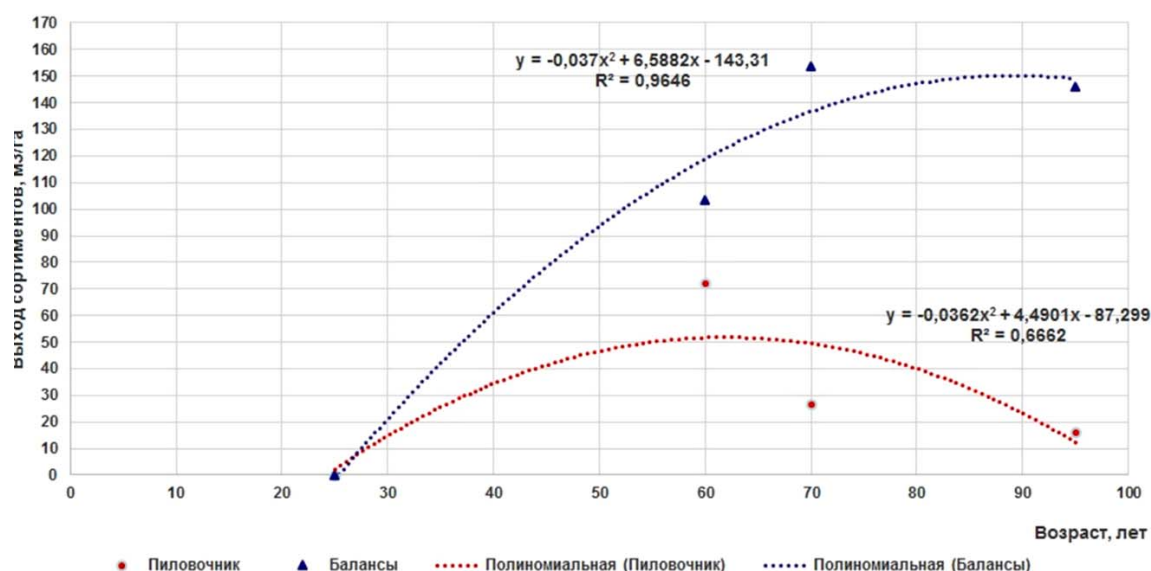


Рис. 4. Возрастная динамика основных еловых сортиментов в ельниках естественного происхождения (класс бонитета IV и ниже) – полевые материалы

Снижение возраста рубки в еловых насаждениях арендных участков крупных ЦБК до возраста технической спелости наиболее востребованных сортиментов позволит решить целый ряд экологических и экономических проблем [Залесов и др., 2024; Семенова и др., 2024; Семенова, Залесов, 2024].

Во-первых, снижение возраста рубки уменьшит оборот рубки и по нашим подсчетам в 1,5 раза повысит продуктивность лесов за счет более высокого прироста и короткого оборота рубки.

Во-вторых, минимизируются риски ветровала и бурелома в еловых насаждениях, поскольку устойчивость против сильного ветра понижается в старовозрастных насаждениях.

В-третьих, по причине более раннего поступления насаждений в рубку уменьшается масса напочвенных горючих материалов и минимизируются риски гибели древостоев от лесных пожаров.

В-четвертых, улучшается санитарное состояние лесов, поскольку напенная гниль ели, как правило, появляется в древостоях старше 100 лет.

В-пятых, в связи с изменением климата резко возрастает опасность эпифитотий стволовых вредителей, в частности, короеда типографа (*Ips typographus* L.). Проведенными ранее исследованиями [Иванчина, Залесов, 2018; Иванчина и др., 2018] установлено, что в условиях Пермского края короед типограф практически не повреждает деревья ели с диаметром на высоте 1,3 м менее 16 см. Следовательно, снижение возраста спелости и переход на заготовку преимущественно балансов предотвратит развитие очагов короеда типографа в еловых насаждениях.

В-шестых, увеличение количества продукции, получаемой с единицы площади, за счет уменьшения оборота рубки позволит сократить площадь арендных участков и улучшить логистику доставки сырья к центрам ее переработки. Другими словами, снизится себестоимость конечной продукции переработки хвойных балансов.

В-седьмых, снижение возраста рубки увеличивает прирост древесины в пересчете на единицу площади, поскольку более молодые еловые насаждения характеризуются большим приростом. Общеизвестно, что в старовозрастных насаждениях отпад практически равен приросту, а следовательно, весь задепонированный в процессе фотосинтеза из атмосферного воздуха углерод будет возвращаться в атмосферу в процессе разложения отпада. Другими словами, снижение возраста рубки и своевременное изъятие и переработка древесины являются одним из лесоводственных направлений реализации климатических проектов по минимизации в атмосфере парниковых газов.

Естественно, что снижение возраста рубки путем установления технической спелости по наиболее востребованному сортименту целесообразно только для крупных предприятий с объемом заготавливаемой древесины не менее 500 тыс. м³. Кроме того, следует учитывать изменение в соотношении способов лесовосстановления. Выполненные нами исследования показали, что обеспеченность жизнеспособным подростом еловых насаждений зависит от возраста древостоя и класса бонитета (рис. 6 и 7).

Материалы рис. 6 и 7 свидетельствуют, что несмотря на различие в продуктивности лесов общие закономерности в обеспеченности подростом хвойных пород являются идентичными. Так, в насаждениях I–III классов бонитета максимальное количество подроста зарегистрировано под пологом 185-летних насаждений, а в насаждениях IV и ниже классов бонитета в 165-летних. При этом в первом случае густота хвойного жизнеспособного подроста составляет 2,05 тыс. шт./га, а во втором – 2,2 тыс. шт./га. Естественно, что выращивать еловые насаждения до указанного возраста, в целях накопления подроста предварительной генерации, нецелесообразно ни с экономической, ни с экологической точек зрения.

Для планирования способа лесовосстановления действующим нормативным документом [Об утвер-

ждении..., 2021] предусмотрены определенные значения густоты подроста хозяйственно ценных пород. Для еловых насаждений I–III классов бонитета установлены следующие показатели густоты подроста, тыс. шт./га:

- сохранение подроста – более 1600;
- минерализация почвы – 700–1600;
- комбинированное лесовосстановление – 1100–1500;

– искусственное лесовосстановление – менее 700.
Для еловых насаждений IV и ниже классов бонитета указанные показатели следующие, тыс. шт./га:

- сохранение подроста – более 1400;
- минерализация почвы – 600–1400;
- комбинированное лесовосстановление – 1100–1500;
- искусственное лесовосстановление – менее 600.

Анализ материалов, приведенных на рис. 6 и 7, свидетельствует, что в еловых насаждениях при ориентации на сохранение подроста рубку следует проводить в насаждениях III и выше классов бонитета в 135 лет, а в насаждениях IV и ниже классов бонитета в 110 лет. При установлении возраста рубки по технической спелости, рассчитанной на получение балансов, потребуется проводить искусственное лесовосстановление на большинстве вырубок после сплошных лесосечных рубок в еловых насаждениях всех классов бонитета.

Увеличение доли искусственного лесовосстановления позволит, в свою очередь, ускорить получение балансовой древесины, что наглядно прослеживается на материалах рис. 8, основанных на материалах пробных площадей, заложенных в искусственных еловых насаждениях I–III классов бонитета.

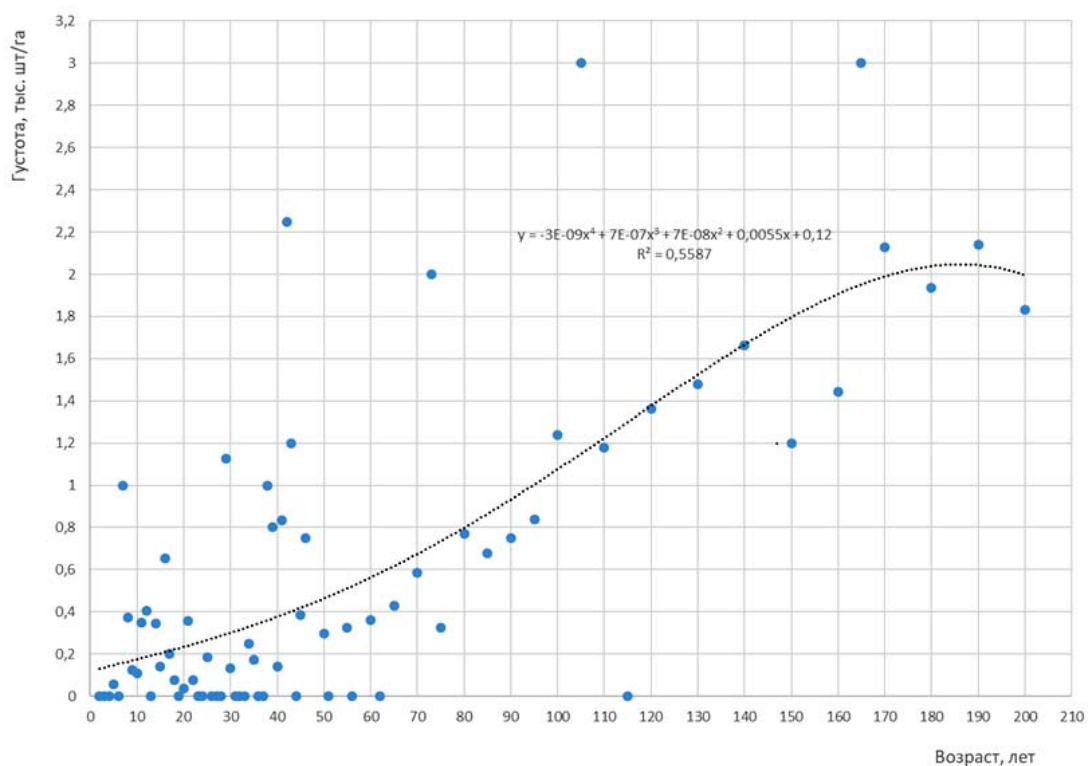


Рис. 6. Динамика накопления крупного жизнеспособного подроста в ельниках I–III классов бонитета естественного происхождения – материалы лесоустройства

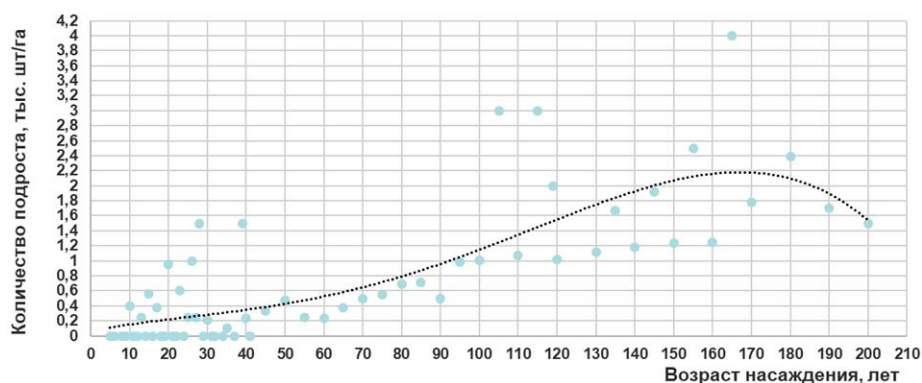


Рис. 7. Динамика накопления подроста в еловых насаждениях IV и ниже классов бонитета

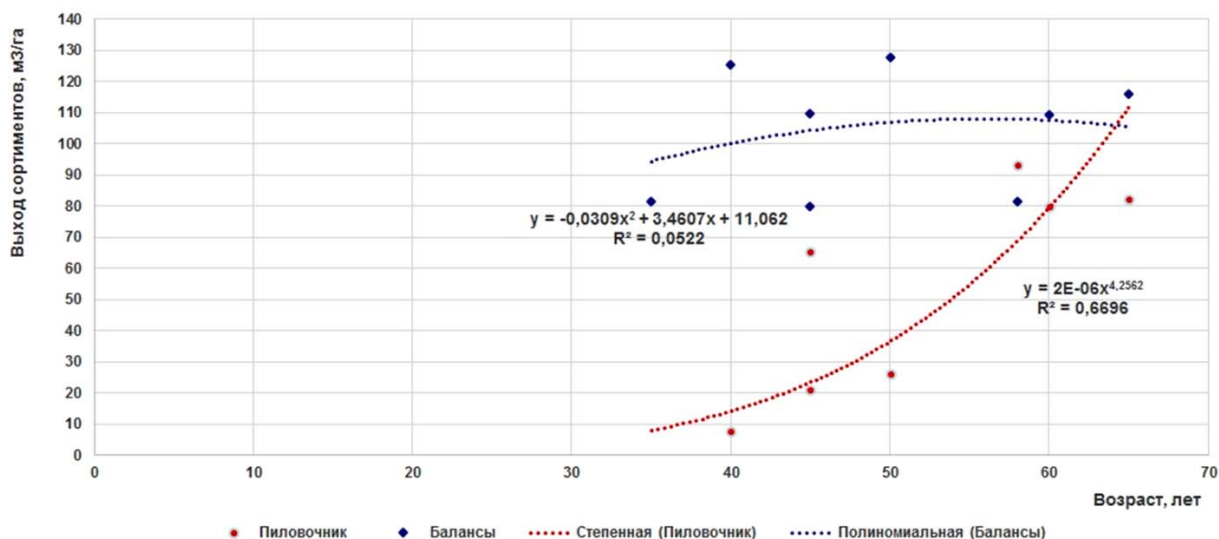


Рис. 8. Возрастная динамика основных еловых сортиментов в ельниках искусственного происхождения (класс бонитета I–III) – полевые материалы

ВЫВОДЫ

1. В целях повышения продуктивности лесов и обеспечения их устойчивости при лесовыращивании в арендных участках крупных ЦБК, с заготовкой более 500 м³ древесины в год, следует перейти от количественной спелости к технической.

2. Снижение возраста рубки в еловых насаждениях на один класс возраста не только повысит количество древесины, получаемой с единицы площади, и улучшит экономические показатели предприятия, но и решит целый ряд экологических проблем, в частности, будет способствовать ускоренному депонированию углерода в выращиваемой древесине.

3. Переход на техническую спелость по наиболее востребованному для ЦБК сортименту-балансам, будет способствовать минимизации рисков гибели еловых насаждений от пожаров, сильных ветров и эпифитотий стволовых вредителей, но потребует перехода на искусственное и комбинированное лесовосстановление.

4. Учитывая важную роль перехода от количественной к технической спелости, следует продолжить исследования в данном направлении, а также получить объективные данные об объемах депонируемого в процессе фотосинтеза углерода еловыми насаждениями при различных возрастах рубки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Машковский В. П., Севрук П. В. Техническая и хозяйственная спелость еловых древостоев // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. Минск, 2016. № 1 (183). С. 14–18.
2. Ермаков В. Е. Лесоустройство. Минск : Выш. школа, 1993. 259 с.
3. Машковский В. П. Методика оценки потерь от несвоевременного поступления древостоев в рубку // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хозяйство. 2008. Вып. XVI. С. 21–25.
4. Кохненко А. С., Машковский В. П. Методика оценки оптимальности планов рубки // Труды БГТУ. Лесное хозяйство, 2015. № 1. С. 20–23.

5. Создание электронной лесотаксационной базы данных / А. И. Черных, И. В. Безденежных, С. В. Залесов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 56–62. DOI: 10.51318/FRET.2024.71.57.006.

6. Проблематика интенсификации лесопользования и пути ее решения / С. В. Залесов, И. В. Безденежных, Н. П. Бунькова [и др.] // Лесные экосистемы бореальной зоны: биосферная роль, биоразнообразие, экологические риски : материалы Междунар. конф. Красноярск : ИЛСО РАН, 2024. С. 115–116.

7. Повышение устойчивости еловых насаждений / М. Е. Семенова, Т. Н. Агафонова, А. С. Новожилов [и др.]. Брянск : БГТУ, 2024. С. 231–233.

8. Семенова М. Е., Залесов С. В. Совершенствование ведения лесного хозяйства в связи с меняющимся климатом // Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и Дальнего Востока. Хабаровск : Изд-во ФБУ «Даль НИИЛХ», 2024. С. 258–261.

9. Иванчина Л. А., Залесов С. В., Косенкова Е. И. Влияние размера деревьев ели на их устойчивость в условиях Прикамья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: науки и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 147–153.

10. Иванчина Л. А., Залесов С. В. Влияние размера деревьев ели на их устойчивость в условиях ельника зеленомошного // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. Вып. 51. Брянск : БГИТУ, 2018. С. 34–37.

11. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.

12. Таксация товарной структуры древостоев / А. Г. Мошкалева, А. А. Книзе, Н. И. Ксенофонов [и др.]. М. : Лесная промышленность, 1982. 160 с.

13. Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.

14. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка составления проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : Утв. Приказом Минприроды России от 29.12.2021 № 1024.

15. Лесное хозяйство : терминологический словарь / под общ. ред. А. Н. Филипчука. М. : ВНИИЛМ, 2002. 480 с.

16. Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 125 с.

17. Recent fire regime in the Southern boreal forests of Western Siberia is unprecedented in the last five millennia / A. Feurdean, G. Florescu, I. Tantau [et al.] // *Quaternary Sci. Rev.* 2020. Vol. 244. P. 106495.

18. Flannigan M., Stocks B., Turetsky M. Wotton Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest / *Glob. Change Biol.* 2009. Vol. 15. P. 549–560.

19. Effects of Fire and climate on Successions and Structural / V. V. Vurgaev, E. A. Vaganov, N. M. Tchebakova [et al.] // *Euras. J. For. Res.* 2001. № 2. P. 1–15.

20. Залесов С. В., Платонов Е. П., Платонов Е. Ю. Пожары и их последствия в Западной Сибири. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 191 с.

21. Защита словых лесов от вспышек *Ips typographus* (обзор) / Н. Р. Пирихалава-Карпова, А. А. Карпов, Е. Е. Козловский [и др.] // *Известия вузов. Лесной журнал.* 2021. № 4. С. 55–67.

22. Желдак В. И. Функционально-целевая «карбонная» система объектов лесоводства углевододепонирующего и углеродоконсервационного назначения: ее формирование и использование // *Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование.* 2022. № 4 (56). С. 47–73. <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2022.4.5>.

23. Зиновьева О. А. Правовое регулирование декарбонизации и охраны атмосферного воздуха в целях решения глобальной экологической проблемы изменения климата // *Вестник Университет имени О. Е. Кутафина (МГЮА).* 2022. № 5 (93). С. 95–103. DOI: 10.17803/2311-5998.2022.93.5.095-103.

24. Леса России и изменение климата. Что нам может сказать наука 11 / П. Лескинен, М. Линднер, П.-й Веркерк [и др.]. Joensuu, 2020. 142 с.

REFERENCES

1. Mashkovskij V. P., Sevruk P. V. Tekhnicheskaya i hozyajstvennaya spelost' elovyh drevostoev // *Trudy BGTU. Lesnoe hozyajstvo.* Minsk, 2016. № 1 (183). S. 14–18.

2. Ermakov V. E. Lesoustrojstvo. Minsk : Vyssh. shkola, 1993. 259 s.

3. Mashkovskij V. P. Metodika ocenki poter' ot nesvoevremennogo postupleniya drevostoev v rubku // *Trudy BGTU. Ser. I. Lesnoe hozyajstvo.* 2008. Vyp. XVI. S. 21–25.

4. Kohnenko A. S., Mashkovskij V. P. Metodika ocenki optimal'nosti planov rubki // *Trudy BGTU. Lesnoe hozyajstvo,* 2015. № 1. S. 20–23.

5. Sozдание elektronnoj lesotaksacionnoj bazy dannyh / A. I. Chernnyh, I. V. Bezdeneznyh, S. V. Zalesov [i dr.] // *Les Rossii i hozyajstvo v nih.* 2024. № 3 (90). S. 56–62. DOI: 10.51318/FRET.2024.71.57.006.

6. Problematika intensifikacii lesopol'zovaniya i puti ee resheniya / S. V. Zalesov, I. V. Bezdeneznyh, N. P. Bun'kova [i dr.] // *Lesnye ekosistemy boreal'noj zony: biosfernaya rol', bioraznoobrazie, ekologicheskie riski* : Mat. mezhd. konf. Krasnoyarsk : ILSO RAN, 2024. S. 115–116.

7. Povyshenie ustojchivosti elovyh nasazhdenij / M. E. Semenova, T. N. Agafonova, A. S. Novozhilov [i dr.]. Bryansk : BGTU, 2024. S. 231–233.

8. Semenova M. E., Zalesov S. V. Sovershenstvovanie vedeniya lesnogo hozyajstva v svyazi s menyayushchimsya klimatom // *Intensifikaciya ispol'zovaniya i vosproizvodstva lesov Sibiri i Dal'nego Vostoka.* Habarovsk : Izd-vo FBU "Dal' NIIH", 2024. S. 258–261.

9. Ivanchina L. A., Zalesov S. V., Kosenkova E. I. Vliyanie razmera derev'ev eli na ih ustojchivost' v usloviyah Prikam'ya // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agro-universitetskogo kompleksa: nauki i vysshee professional'noe obrazovanie.* 2018. № 1 (49). S. 147–153.

10. Ivanchina L. A., Zalesov S. V. Vliyanie razmera derev'ev eli na ih ustojchivost' v usloviyah el'nika zelenomoshnogo // *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* : Sb. nauch. trudov. Vyp. 51. Bryansk : BGITU, 2018. S. 34–37.

11. Osnovy fitomonitoringa / N. P. Bun'kova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova [i dr.]. Ekaterinburg : Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2020. 90 s.

12. Taksaciya tovarnoj struktury drevostoev / A. G. Moshkalev, A. A. Knize, N. I. Ksenofontov [i dr.]. M. : Lesnaya promyshlennost', 1982. 160 s.

13. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Ekologicheskij monitoring lesnyh nasazhdenij rekreacionnogo naznacheniya. Ekaterinburg : Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2015. 152 s.

14. Ob utverzhdenii Pravil lesovosstanovleniya, formy, sostava, poryadka sostavlenniya proekta lesovosstanovleniya, osnovanij dlya otказа v ego soglasovanii, a takzhe trebovanij k formatu v elektronnoj forme proekta lesovosstanovleniya : Utv. Priказом Minprirody Rossii ot 29.12.2021 № 1024.

15. Lesnoe hozyajstvo: Terminologicheskij slovar' / Pod obshch. red. A. N. Filipchuka. M. : VNIILM, 2002. 480 s.

16. Luganskij N. A., Zalesov S. V., Luganskij V. N. Lesovedenie i lesovodstvo. Terminy, ponyatiya, opredeleniya. Ekaterinburg : Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2015. 125 s.

17. Recent fire regime in the Southern boreal forests of Western Siberia is un-precedented in the last five millennia / A. Feurdean, G. Florescu, I. Tantau [et al.] // *Quaternary Sci. Rev.* 2020. Vol. 244. P. 106495.

18. Flannigan M., Stocks B., Turetsky M. Wotton Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest / *Glob. Change Biol.* 2009. Vol. 15. P. 549–560.

19. Effects of Fire and climate on Successions and Structural / V. V. Vurgaev, E. A. Vaganov, N. M. Tchebakova [et al.] // Euras. J. For. Res. 2001. № 2. P. 1–15.

20. Zalesov S. V., Platonov E. P., Platonov E. Yu. Pozhary i ih posledstviya v Zapadnoj Sibiri. Ekaterinburg: UGLTU, 2022. 191 s.

21. Zashchita elovyh lesov ot vspyshek Ips typographus (obzor) / N. R. Pirihalava-Karpova, A. A. Karpov, E. E. Kozlovskij [i dr.] // Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal. 2021. № 4. S. 55–67.

22. Zheldak V. I. Funkcional'no-celevaya "karbo-novaya" sistema ob"ektov lesovodstva uglevododepo-niruyushchego i ugleradokonservacionnogo naznache-niya: ee formirovanie i ispol'zovanie // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie.

2022. № 4 (56). S. 47–73. <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2022.4.5>.

23. Zinov'eva O. A. Pravovoe regulirovanie dekarbo-nizacii i ohrany atmosfernogo vozduha v celyah resheniya global'noj ekologicheskoy problemy izmeneniya klimata // Vestnik Universitet imeni O. E. Kutafina (MGYuA). 2022. № 5 (93). S. 95–103. DOI: 10.17803/2311-5998.2022.93.5.095-103.

24. Leskinen P. Lesa Rossii i izmenenie klimata. Chto nam mozhет skazat' nauka 11 / P. Leskinen, M. Lindner, P.-j Verkerk [i dr.]. Joensuu, 2020. 142 s.

© Предеина И. В., Залесов С. В., Итешина Н. М.,
Попов А. С., Семенова М. Е., 2025

Поступила в редакцию 13.01.2025
Принята к печати 25.04.2025