

**ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ
НА СОСНОВЫХ ВЫРУБКАХ С ЛЕСНЫМИ КУЛЬТУРАМИ ПОСЛЕ
СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

Клыш А.С., Юшкевич М.В., Шиман Д.В.

Белорусский государственный технологический университет (г. Минск, Беларусь)

Установлена динамика средней, максимальной и медианной густоты естественного возобновления на вырубках с лесными культурами, сохранившихся лесных культур в зависимости от типа леса, давности рубки, площади вырубки, количества проведенных уходов и семенных деревьев. В сосняках мшистых средняя густота естественного возобновления сосны достоверно выше, чем в лесных культурах (различие более чем в 1,5 раза). Средняя, максимальная и медианная густота естественного возобновления сосны достоверно больше при площади вырубки до 2–3 га. На вырубках на протяжении первых 4–5 лет после проведенных рубок происходит увеличение густоты естественного возобновления (с 2883 до 5313–5345 шт./га), в дальнейшем она уменьшается. Оставление на вырубках семенных деревьев (не менее 6–10 шт./га) положительно влияет на густоту естественного возобновления сосны. В условиях трофотопов В и С для поддержания средней густоты естественного возобновления сосны более 3000 шт./га необходимое не менее 5 уходов, тогда как в трофотопе А достаточно 1–2 уходов.

Ключевые слова: *естественное возобновление; лесные культуры; сплошнолесосечная рубка; сосновый древостой; густота; тип леса; площадь вырубки, семенные деревья*

**SPECIAL ASPECTS OF NATURAL REGENERATION ON PINE
FELLING SITES WITH FOREST CULTURES AFTER FINAL CUTTING**

Klysh A.S., Yushkevich M.V., Shyman D.V.

The dynamics of the average, maximum and median density of natural regeneration in clearings with forest cultures, preserved (capacity for survival) forest cultures depending on the type of forest, felling age, felling area, number of maintenance and seed trees was established. In mossy pine forests, the average density of natural regeneration of pine is significantly higher than in forest cultures (the difference is more than 1.5 times). The average, maximum, and median density of natural pine regeneration is significantly higher with a felled area of up to 2–3 ha. During the first 4–5 years after fellings, the density of natural regeneration increases in felling sites (from 2883 to 5313–5345 pcs/ha), and then it decreases. Leaving seed trees on felling sites (at least 6–10 pcs/ha) has a positive effect on the density of natural pine regeneration. Under the conditions of trophotopes B and C, to maintain an average density of natural pine regeneration of more than 3000

pieces/ha, at least 5 cares are required, while in trophotope A, 1–2 cares are sufficient.

Keywords: *natural regeneration, forest cultures, clear cutting, pine stand, density, type of forest, felled area, seed trees*

ВВЕДЕНИЕ

Естественное возобновление леса – сложный динамический процесс в связи с влиянием широкого спектра факторов, действующих во множестве временных и пространственных масштабов. Для него характерна вариативность результатов, что проявляется в неопределенности прогнозирования результатов формирования будущих насаждений и препятствует качественному планированию данных мероприятий, а также оценке долгосрочных рисков лесовосстановления главными древесными породами.

Создание лесных культур является важной частью лесовосстановления. Не всегда и не везде искусственное лесовосстановление оказывается эффективным из-за некачественной обработки почвы, несоблюдения схем посадки (расстояние между бороздами и между растениями в борозде), сроков посадки, отсутствия или недостаточного количества предусмотренных уходов и др., т. е. в целом, нарушения технология создания лесных культур. Следствием этого является их низкая приживаемость и невысокая сохранность.

С другой стороны, обработка почвы под лесные культуры – эффективная мера содействия естественному возобновлению. Появляющийся при этом самосев не испытывает пересадочного шока, как сеянцы и саженцы, и поэтому рост и развитие подроста происходит естественным образом. На богатых почвах наиболее успешно возобновляется ель и лиственные породы. Сосна в этих условиях испытывает сильную конкуренцию со стороны активно разрастающихся светолюбивых видов живого напочвенного покрова (особенно злаков) и возобновления лиственных пород.

Обзор исследований последующего естественного возобновления на вырубках с лесными культурами после сплошнолесосечных рубок главного пользования показал, что на отдельных вырубках с искусственным лесовосстановлением (чаще в условиях вересковой, брусничной и мшистой серий типов леса, при небольшой площади лесосек и наличии достаточного количества источников семян) наблюдалась значительная густота (в среднем 40–60% в составе формирующихся древостоев) естественного возобновления, что может являться основанием для уменьшения густоты создаваемых лесных культур или позволяет усомниться в целесообразности создания сплошных лесных культур. Через 3–8 лет после посадки сохранность лесных культур варьировалась от 39 до 67%. В некоторых случаях естественное возобновление преобладало по густоте над лесными культурами в 2–3 раза. В связи с этим возможным вариантом лесовозобновления после сплошных рубок явля-

ется посадка леса с учетом предварительного или с расчетом на последующее естественное возобновление.

Экономически эффективными вариантами формирования древостоев с преобладанием или достаточным количеством хвойных пород может считаться сохранение подроста при сплошных рубках или создание подпологовых культур. Иногда на относительно бедных, реже бедных почвах, в качестве главной породы при искусственном лесовосстановлении вырубок выбиралась ель (1980–1990 годы), которая впоследствии вытеснялась естественным возобновившейся сосной, что приводило к формированию смешанных сосняков [1–16].

Однако отдельные исследования не позволяют в целом охарактеризовать процессы последующего естественного и комбинированного восстановления леса после сплошнолесосечных рубок главного пользования, в т. ч. оценить сохранившиеся лесные культуры.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования – установление характеристики и оценка динамики последующего естественного возобновления на сосновых вырубках с лесными культурами после сплошнолесосечных рубок главного пользования.

Объект исследования – естественное возобновление и сохранившиеся лесные культуры на вырубках после сплошнолесосечных рубок главного пользования в сосновых древостоях.

Всего обследовано 96 сосновых вырубок после проведенных сплошнолесосечных рубок главного пользования, на которых были созданы чистые или смешанные лесные культуры. Средняя густота созданных лесных культур с учетом дополнений составила 5750 шт./га (от 2592 до 13727 шт./га). Вырубки расположены в 23 лесохозяйственных учреждениях Республики Беларусь.

Исследованы вырубки сосняков вересковых, брусничных, мшистых, орляковых, кисличных, черничных, общая площадь которых составляет 209,9 га и варьируется от 0,2 до 7,5 га для отдельных участков. Давность проведенных сплошнолесосечных рубок была от 2 до 10 лет.

На 60 вырубках из 96 с посаженными лесными культурами проведены уходы за формирующимися насаждениями в количестве от 1 до 6. На 51 вырубке оставлены семенные деревья в количестве от 2 до 28 шт./га.

Для учета естественного возобновления, сохранившихся лесных культур или установления характеристики древостоев на вырубках производили закладку учетных площадок круглой формы или пробных площадей согласно общепринятым в лесоведении, лесоводстве и лесной таксации методикам. Для анализа исходных данных применялась статистическая обработка (простая группировка данных, расчет некоторых средних величин) и визуализация ее итогов в программе Microsoft Excel, а для оценки достоверности различия полученных средних величин густоты в выборке – t-критерий Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Средняя густота сохранившихся лесных культур и естественного возобновления составила 8600 шт./га (от 1900 до 23500 шт./га), в т.ч. естественного возобновления – 4878 шт./га, сохранившихся лесных культур – 3722 шт./га. Густота созданных лесных культур с учетом дополнений обеспечила их среднюю сохранность около 64,7%. Этот показатель можно охарактеризовать как достаточно высокий по сравнению с результатами лесовосстановительных работ в некоторых странах ближнего и дальнего зарубежья.

На обследованных вырубках встречаются сосна, береза, ель, дуб, осина, лиственница, ольха серая, граб, ольха черная и липа. В составе формирующихся древостоев преобладает сосна (средняя густота 5740 шт./га, 66,7%), значительно меньшую долю занимает береза (1912 шт./га, 22,2%). Участие ели – 6,2% (534 шт./га). Средняя густота дуба составила 238 шт./га (2,8%), осины – 141 шт./га (1,6%). Доля остальных пород – 0,5%. Густота сосны варьировалась от 1300 до 15300 шт./га.

Таким образом, можно констатировать, что на сосновых вырубках, где были созданы лесные культуры, формируются древостои с преобладанием сосны и близкой к оптимальной долей березы. На некоторых участках преобладает береза, что в дальнейшем может привести к смене соснового древостоя. В настоящий момент в лесном фонде республики продолжается снижение доли сосновой формации (1956 г. – 58,1%, 1973 г. – 58,3%, 1994 г. – 54,4%, 2001 г. – 51,4%, 2006 г. – 50,7%, 2021 г. – 48,6%) [17–18].

В естественном возобновлении преобладают сосна (2760 шт./га, 56,6%) и береза (1541 шт./га, 31,6%). Густота других пород существенно меньше (рисунок 1). Суммарно участие ели, дуба и осины составляет 11,6%. Также отмечены граб, ольха серая, ольха черная и липа.

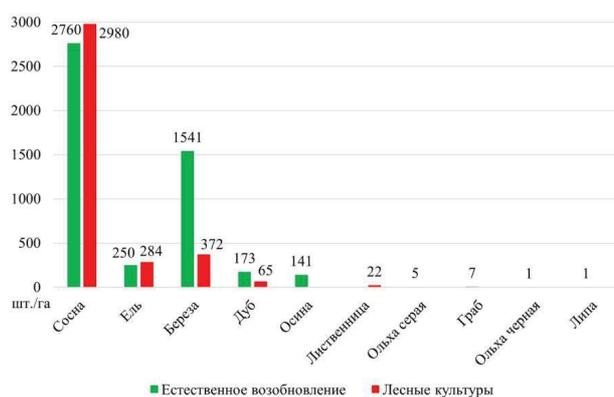


Рисунок 1 – Средняя густота естественного возобновления и сохранившихся лесных культур

В лесных культурах логично доминирует сосна (2980 шт./га, 80,1%). Доля березы и ели составляет соответственно 10,0 (372 шт./га) и 7,6% (284 шт./га). Примесь дуба (65 шт./га, 1,7%) и лиственницы (22 шт./га, 0,6%) незначительна. Густота сохранившихся лесных культур сосны больше на 8%, чем густота ее естественного возобновления, а густота естественного возобновления дуба и березы превышает густоту лесных культур в 2,6 и 4,1 раза.

Средняя высота сохранившихся лесных культур сосны незначительно превышает высоту ее естественного возобновления (0,74 и 0,63 м). В естественном возобновлении сосны преобладают мелкие экземпляры (57,9%). В лесных культурах доля мелкой (44,3%) и средней (43,2%) сосны почти не отличается, а крупных экземпляров больше, чем в естественном возобновлении.

Густота естественного возобновления и лесных культур во многом определяется типом леса (рисунок 2). Наибольшая средняя густота естественного возобновления всех пород отмечена в сосняке мшистом (6383 шт./га), что в 1,5 раза выше (различие достоверно – t-критерий равен $3,17 > 1,99$), чем лесных культур (4286 шт./га).

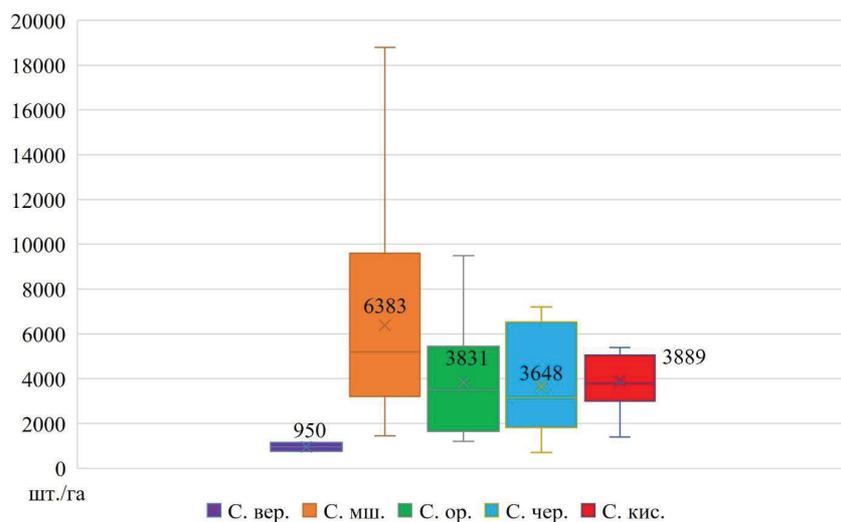


Рисунок 2 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная густота естественного возобновления по типам леса

В других исследованных типах леса (С. ор., С. чер. и С. кис.) средняя густота естественного возобновления практически не отличается и варьируется от 3648 до 3889 шт./га. Аналогичная тенденция характерна для лесных культур в данных типах леса, при этом их густота меньше по сравнению с густотой естественного возобновления всего в 1,1–1,2 раза.

Рассмотрим динамику густоты отдельно для главной возобновляемой породы – сосны (рисунок 3 и рисунок 4).

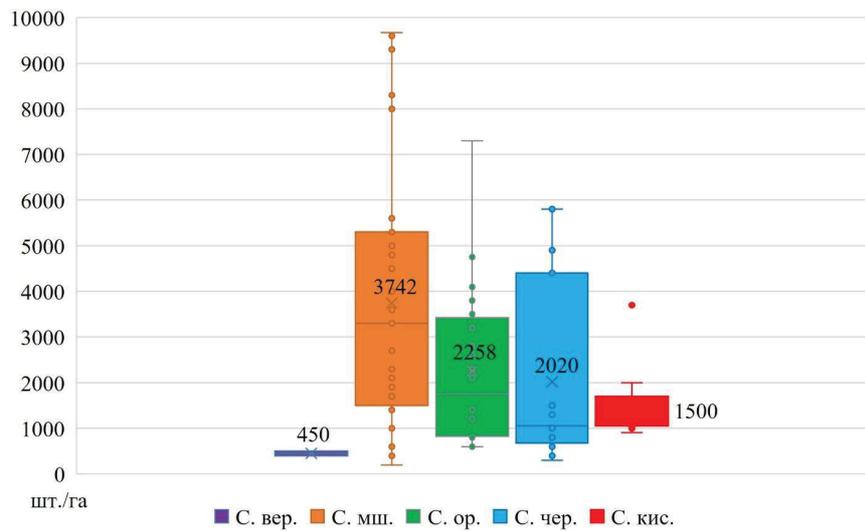


Рисунок 3 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная плотность естественного возобновления сосны по типам леса

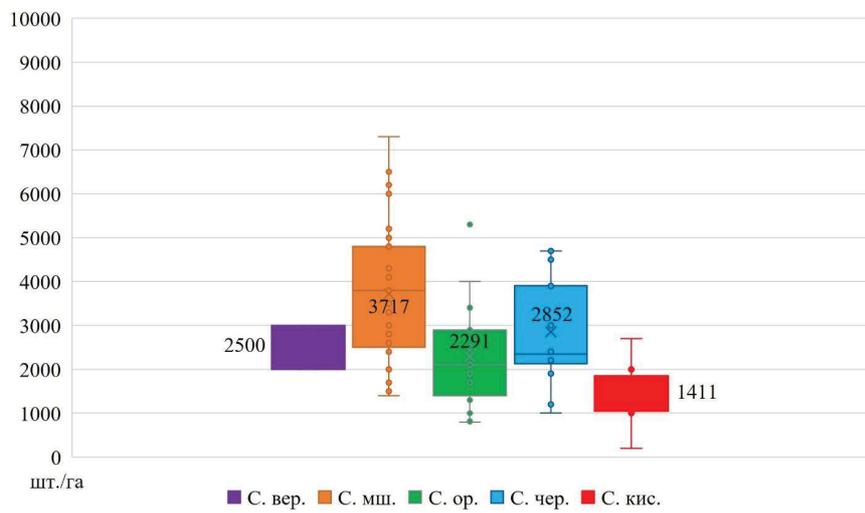


Рисунок 4 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная плотность сохранившихся лесных культур сосны по типам леса

В сосняке мшистом наблюдается ее наибольшая средняя густота как естественного возобновления (3742 шт./га), так и лесных культур (3717 шт./га). Единственное различие заключается в разбросе значений – максимальная густота выше для естественного возобновления и минимальная ниже, чем в лесных культурах.

С увеличением плодородия почвы количество экземпляров уменьшается до 2800–2000 шт./га (С. ор. и С. чер.), а в сосняке кисличном до 1500–1400 шт./га. Различие С. мш. и С. ор. достоверно – t-критерий равен $2,88 > 2,00$.

Успешность естественного возобновления зависит также и от площади вырубок. Густота всех пород при площади до 3,0 га больше, а при ее увеличении она снижается (рисунок 5). Максимальные значения густоты зафиксированы на вырубках с площадью до 1,0 га и варьируются между 19 и 13 тыс. шт./га, а на площадях от 1,1 до 3,0 га – между 14 и 10 тыс. шт./га. На вырубках с площадью 3,1–5,0 га наблюдается дальнейшее снижение максимальных значений густоты (от 10 до 8 тыс. шт./га). Рассматриваемая динамика подтверждается и установленными значениями средней густоты. При площади вырубок до 1,0 га – 5142 шт./га, 2,1–3,0 га – 5683 шт./га, 3,1–4,0 га – 4435 шт./га, 4,1–5,0 га – 4800 шт./га. Различие для площади 2,1–3,0 га и 3,1–4,0 га достоверно – t-критерий равен $2,22 > 2,05$.

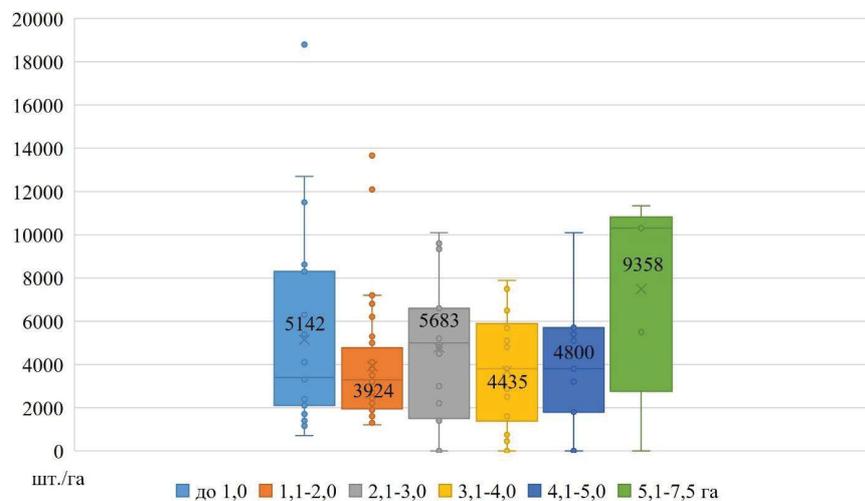


Рисунок 5 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная густота естественного возобновления по площади вырубков

Густота сохранившихся лесных культур менее вариативна по сравнению с естественным возобновлением (рисунок 6). Как максимальная, так и средняя их густота возрастает с увеличением площади вырубков до 3,0 га. Это

может быть связано с большей интенсивностью естественного возобновления на небольших площадях. Дальнейшее увеличение площади вырубок не приводит к росту густоты лесных культур.

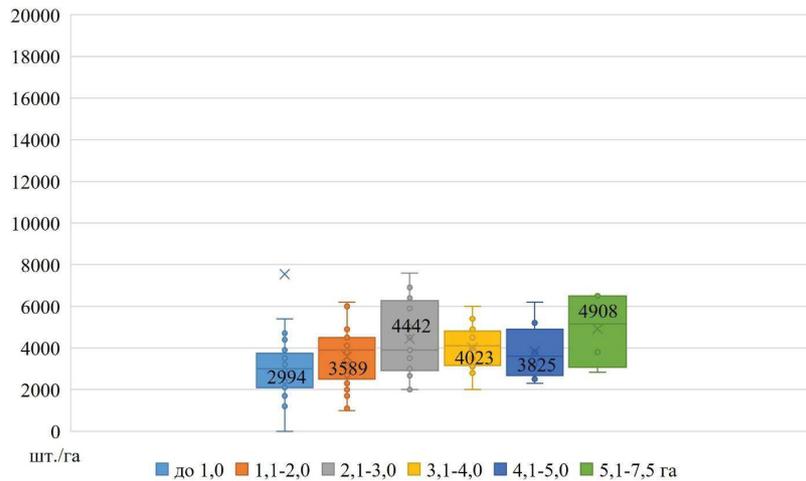


Рисунок 6 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная густота сохранившихся лесных культур по площади вырубок

Максимальные значения густоты отмечены на вырубках с площадью 2,1–3,0 га и варьируются между 8 и 6 тыс. шт./га. Минимальное значение средней густоты наблюдается на вырубках с площадью до 1,0 га (2994 шт./га), а максимальные значения установлены при площадях 2,1–7,5 га (4442–4908 шт./га).

Средняя густота естественного возобновления сосны изменяется от 2300 до 3900 шт./га, при этом максимальные ее величины зафиксированы для площади вырубок до 3 га (рисунок 7). Различие для площади 2,1–3,0 га и 3,1–4,0 га достоверно – t-критерий равен $3,12 > 2,05$. Для лесных культур сосны характерна установленная ранее динамика густоты за счет ее преобладания в составе при искусственном лесовосстановлении.

На протяжении первых 4–5 лет после проведенных рубок происходит увеличение густоты естественного возобновления всех пород (с 2883 до 5313–5345 шт./га) в отличие от лесных культур, которые сохраняют относительную стабильность густоты (между 3500 и 4200 шт./га) с учетом их дополнений. Различие для давности рубки 3 и 4 года достоверно – t-критерий равен $2,08 > 2,03$. Впоследствии густота естественного возобновления уменьшается (различие для давности рубки 5 и 8–10 лет достоверно) из-за возрастания сомкнутости крон формирующегося древостоя, разрастания подлесочного

яруса и живого напочвенного покрова, проводимых лесоводственных уходов (рисунок 8).

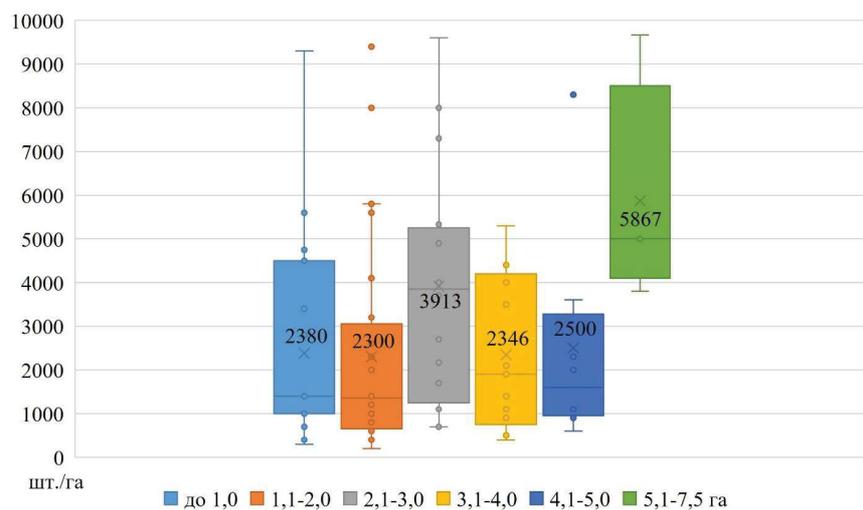


Рисунок 7 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная плотность естественного возобновления сосны по площади вырубок

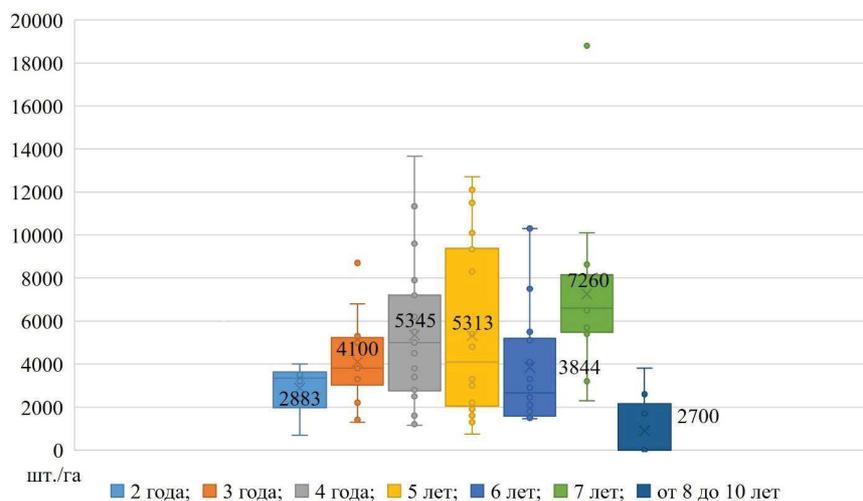


Рисунок 8 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная плотность естественного возобновления по давности рубок

К моменту перевода лесных культур в покрытые лесом земли их густота с учетом естественного возобновления (густота формирующегося древостоя) существенно превышает минимальные установленные нормативы. После перевода на данных площадях проводятся осветления, что приводит к уменьшению общей густоты примерно в 2 раза за счет рубки в первую очередь мягколиственных пород.

Динамика естественного возобновления сосны согласуется с ранее установленными зависимостями для возобновления в целом.

Средняя, максимальная и медианная густота естественного возобновления всех пород в подзоне дубово-темнохвойных лесов (подзона 1) несколько больше, чем в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов (подзона 2) в отличие от относительно стабильной густоты лесных культур (средняя густота варьируется в диапазоне 3240–3843 шт./га) во всех трех подзонах. При этом различие в средней густоте естественного возобновления для северной и центральной геоботанических подзон не достоверно – t-критерий равен $0,75 < 1,99$.

В то же время средняя, максимальная и медианная густота естественного возобновления сосны в подзоне дубово-темнохвойных лесов меньше, чем в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов из-за менее подходящих для нее условий местопроизрастания (рисунок 9). Динамика густоты лесных культур сосны практически не связана с геоботаническим районированием.

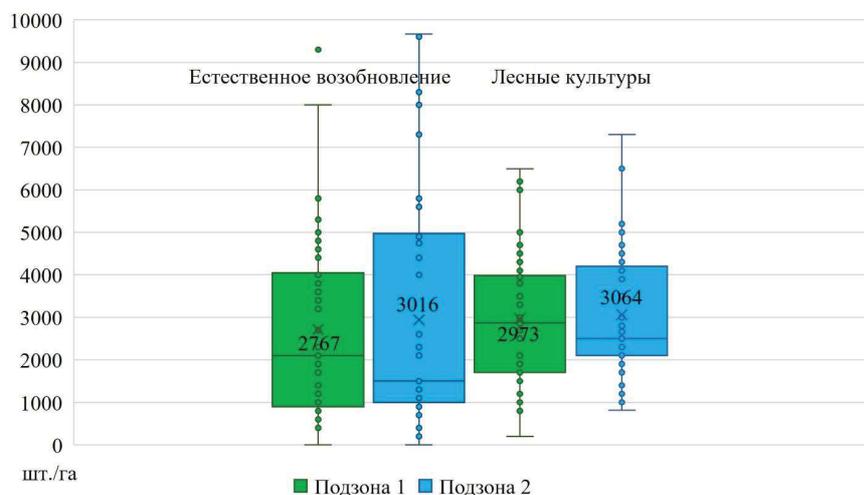


Рисунок 9 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная густота естественного возобновления и сохранившихся лесных культур сосны в зависимости от геоботанических подзон

Густота естественного возобновления всех пород уменьшается почти в 1,5 раза при увеличении количества уходов за лесными культурами, при которых удаляется часть нежелательной древесно-кустарниковой растительности (рисунок 10). Различие для 2 и 4, 5 и более уходов достоверно – t -критерий равен $2,64-2,77 > 2,04-2,14$.

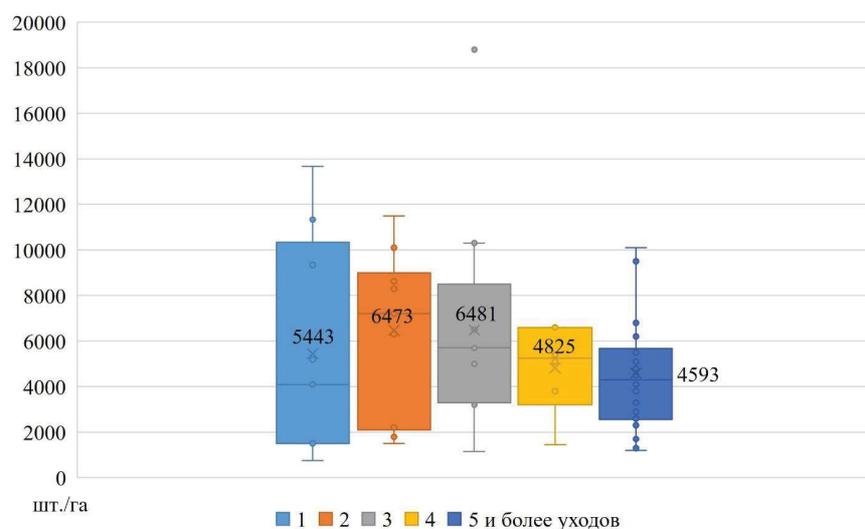


Рисунок 10 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная густота естественного возобновления в зависимости от количества уходов за лесными культурами

В то же время уходы за лесными культурами позволяют поддерживать их густоту примерно на одинаковом уровне в интервале от 3700 до 4100 шт./га. При этом однократного ухода недостаточно для сохранения густоты в указанном выше интервале, что приводит к ее существенному снижению до 2937 шт./га.

Лишь значительное количество уходов (5 и более) позволяет в условиях трофотопов В и С поддерживать среднюю густоту естественного возобновления сосны более 3000 шт./га (рисунок 11), при этом максимальные значения могут достигать 8000–9000 шт./га. В этих же условиях меньшее количество уходов (3–4) не позволяет естественному возобновлению достигнуть значений выше, чем 2400–2600 шт./га. В трофотопе А достаточно 1–2 уходов, чтобы сохранить густоту в пределах 3300–3600 шт./га.

Однократный уход за лесными культурами не позволяет добиться высокой сохранности высаженных экземпляров сосны. Ее густота при этом составляет 2500 шт./га. При 2–3 уходах средняя и максимальная густота достигает 3500 и 7000 шт./га соответственно.

Наибольшая густота естественного возобновления сосны (рисунок 12) наблюдается при наличии на вырубке семенных деревьев в количестве 6–10 шт./га (в среднем 3200 шт./га). При уменьшении среднего количества семенных деревьев до 3–5 шт./га густота сосны снижается до 2700 шт./га (различие при количестве семенных деревьев до 5 и 6–10 не достоверно).

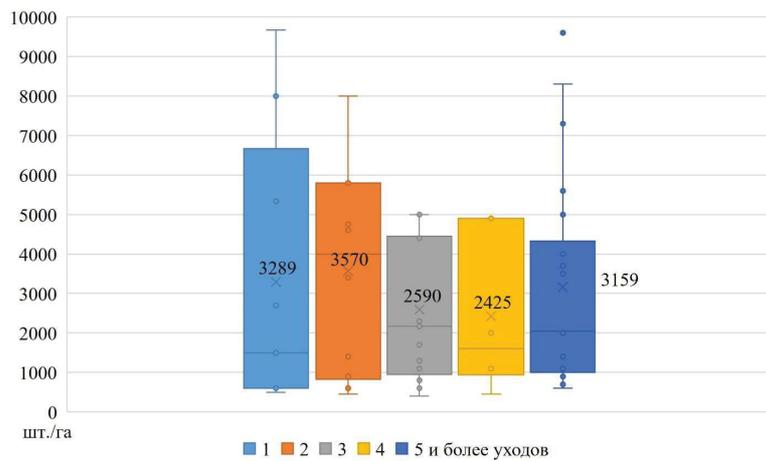


Рисунок 11 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная густота естественного возобновления сосны в зависимости от количества уходов за лесными культурами

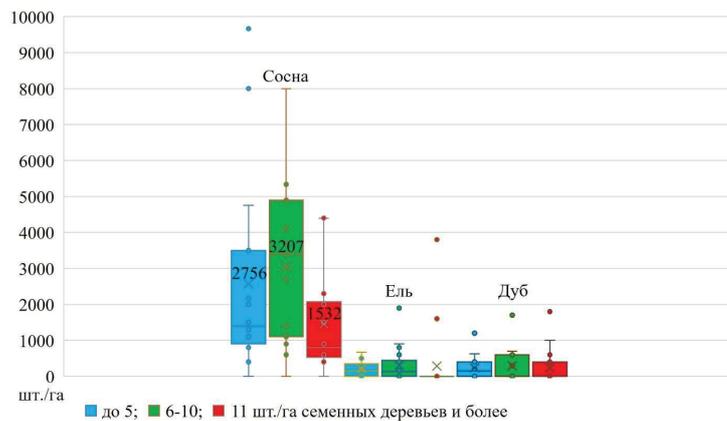


Рисунок 12 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная густота естественного возобновления главных пород в зависимости от количества семенных деревьев

Оставление большего количества семенников не приводит к повышению густоты естественного возобновления из-за увеличения площади вырубок и, соответственно, уменьшения количества попадающих на участок семян сосны от стен леса.

При создании лесных культур независимо от площади вырубок достаточно оставлять минимум 6–10 шт./га семенных деревьев для обеспечения удовлетворительного последующего естественного возобновления сосны. Но в действующей нормативной документации данная мера содействия естественному возобновлению не предусмотрена.

На некоторых вырубках встречается самосев сосны. Средняя его густота составляет 2773 шт./га и зависит от давности рубки и площади (до 2,0 га – 3049 шт./га, 2,1–4,5 га – 1625 шт./га). Максимальное количество его экземпляров (4400 шт./га) зафиксировано через 3 года после сплошнолесосечной рубки главного пользования. Увеличение срока давности рубки до 4–5 лет приводит к уменьшению густоты до 1775 шт./га, а до 6–7 лет – до 1222 шт./га.

Средняя сохранность лесных культур составила 64,7%. Не прослеживается зависимости сохранности лесных культур от площади вырубки и густоты естественного возобновления. Проводимые по необходимости дополнения лесных культур позволяют поддерживать среднюю их сохранность в пределах 65–67 % независимо от типа леса.

Небольшая сохранность лесных культур отмечена при давности рубки до 2 лет (40,5%), поскольку в этот период значительная часть высаженных растений гибнет по различным причинам, а дополнение, вероятно, еще не было проведено (рисунок 13). Различие сохранности лесных культур при давности рубки 2 и 3–5 лет достоверно – t-критерий равен $6,72 > 2,00$.

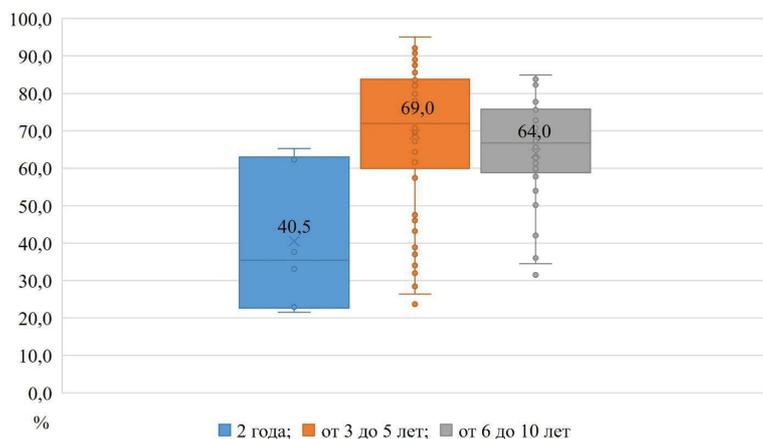


Рисунок 13 – Средняя, минимальная, максимальная и медианная сохранность лесных культур в зависимости от давности рубки

Через 3–5 лет после рубки наблюдается максимальная сохранность лесных культур за счет проведения их дополнения. Впоследствии она опять снижается из-за естественного изреживания. Средняя сохранность лесных культур только сосны уступает общей сохранности и составляет 61,4%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Средняя густота сохранившихся лесных культур и естественного возобновления составила 8600 шт./га, в т.ч. естественного возобновления – 4878 шт./га, сохранившихся лесных культур – 3722 шт./га. В составе формирующихся древостоев преобладает сосна (66,7%), значительно меньшую долю занимает береза (20,1%). В естественном возобновлении преобладают мелкие экземпляры, а в лесных культурах доля мелкой и средней сосны почти не отличается.

Наибольшая средняя густота естественного возобновления отмечена в сосняке мшистом (6383 шт./га), что в 1,5 раза больше, чем лесных культур (4286 шт./га). В сосняках орляковых, кисличных и черничных она варьируется от 3648 до 3889 шт./га. Динамика густоты сосны аналогична. Такая же тенденция характерна для лесных культур, при этом их густота меньше по сравнению с густотой естественного возобновления в 1,1–1,2 раза.

Густота естественного возобновления как всех древесных пород, так и сосны при площади до 3,0 га больше, а при ее увеличении она снижается. Густота сохранившихся лесных культур менее вариативна.

На вырубках на протяжении первых 4–5 лет после проведенных рубок происходит увеличение густоты естественного возобновления (с 2883 до 5313–5345 шт./га) в отличие от лесных культур, которые сохраняют относительную стабильность густоты (между 3500 и 4200 шт./га) с учетом их дополнений. Впоследствии густота естественного возобновления уменьшается.

Густота естественного возобновления уменьшается почти в 1,5 раза при увеличении количества уходов, при которых удаляется часть нежелательной древесно-кустарниковой растительности. Лишь значительное количество уходов (5 и более) позволяет в условиях трофотопов В и С поддерживать среднюю густоту естественного возобновления сосны более 3000 шт./га, при этом максимальные значения могут достигать 8000–9000 шт./га. В трофотопе А достаточно 1–2 уходов, чтобы сохранить густоту в пределах 3300–3600 шт./га.

Наибольшая густота естественного возобновления сосны наблюдается при наличии на вырубке семенных деревьев в количестве 6–10 шт./га (в среднем 3200 шт./га).

Средняя сохранность лесных культур составила 64,7%. Наименьшая сохранность лесных культур отмечена при давности рубки до 2 лет (40,5%), наибольшая – через 3–5 лет после рубки. Сохранность лесных культур только сосны уступает общей сохранности (61,4%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Судник, А.В. Исследование пространственной структуры лесного сообщества после проведения сплошной рубки / А. В. Судник // Весці Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – Мн.: НАН Беларусі, 2001. № 1. – С. 27–31.
2. Климчик, Г.Я. Процессы формирования древостоев в различных условиях местопроизрастания / Г. Я. Климчик, С. Г. Климчик // Сборник научных трудов ИЛ НАН Беларусі. – Гомель, 2008. – Вып. 68: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 42–46.
3. Рожков, Л.Н. Лесоводство // Методическое пособие для проведения учебной практики по дисциплине «Лесоводство». – Минск: БГТУ, 2010. – 48 с.
4. Шиман, Д.В. Лесоводственная эффективность рубок главного пользования в сосняках ГОЛХУ «Столбцовский опытный лесхоз» / Д. В. Шиман, Д. В. Дорох, В. П. Кукштель // Лесное хозяйство: тезисы докладов 78-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 3–13 февраля 2014 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск: БГТУ, 2014. – С. 35.
5. Пугачевский, А.В. Оценка лесовосстановительных процессов на вырубках сосновых фитоценозов Белорусского Полесья / А. В. Пугачевский, В. А. Серенкова // Труды БГТУ. Серия I. Лесное хозяйство. – Мн.: БГТУ, 2015. Вып. 174. – С. 83–86.
6. Серенкова, В.А. Оценка предварительного и последующего естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Белорусского Полесья / В. А. Серенкова, А. М. Потапенко // Труды БГТУ. – Минск: БГТУ, 2016. – № 1 (183). – С. 70–73.
7. Шиман, Д.В. Лесоводственная эффективность равномерно-постепенной двухприемной и сплошнолесосечной полосной рубок в сосняках Негорельского лесничества / Д. В. Шиман, М. В. Юшкевич // Лесное хозяйство: тезисы докладов 81-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–12 февраля 2017 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 42.
8. Клыш, А.С. Естественное возобновление в лесных культурах после сплошных рубок главного пользования сосняков мшистых / А. С. Клыш и др. // Лесное хозяйство: материалы 85-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–13 февраля 2021 г. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 84–86.
9. Нгуен, В.З. Естественное возобновление хвойных пород на площадях лесных культур / В. З. Нгуен и др. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Санкт-Петербург, 2018. – Вып. 223 – С. 6–15.

10. Клыш, А.С. Динамика элементов минерального питания в связи с рубками, способами обращения с порубочными остатками и направлениями лесовосстановления / А. С. Клыш, М. В. Юшкевич, Д. В. Шиман // Сб. научных трудов: Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. трудов ИЛ НАН Беларуси. Вып. 81. – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2021. – С. 49–60.
11. Юшкевич, М.В. Некоторые особенности влияния рубок леса на содержание химических элементов в хвойных фитоценозах и почве в условиях Негорельского учебно-опытного и Минского лесхозов / М. В. Юшкевич и др. // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – Минск: БГТУ, 2021. – № 1 (240). – С. 42–51.
12. Naumburg, J. Yield prognoses, survival and damage in young stands of Norway spruce and Scots pine growing in central Sweden / J. Naumburg // Licenciate thesis SLU. Rapport 14. – Institutionen för skogshushållning, 2001. – 33 p.
13. Greene, D.F. Modelling silvicultural alternatives for conifer regeneration in boreal mixedwood stands (aspen/white spruce/balsam fir) / D. F. Greene et al. // The Forestry Chronicle. – 2002. – 78. – 281–295.
14. Nilsson, U. Establishing mixed forests in Sweden by combining planting and natural regeneration – Effects of shelterwoods and scarification / U. Nilsson, G. Örlander, M. Karlsson // Forest Ecology and Management. – 2006. – 237. – P. 301–311.
15. Bergqvist, J. Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999–2009 / J. Bergqvist, A. Eriksson, C. Fries // Rapport 1. – Skogsstyrelsen, 2011. – 41 p.
16. Hallsby G. Effects of intensity of forest regeneration measures on stand development in a nationwide Swedish field experiment / G. Hallsby et al. // Forestry. – 2015. – Vol. 88. – P. 441–453.
17. Рожков, Л.Н. Динамика структуры и продуктивности лесных формаций в Республике Беларусь / Л.Н. Рожков и др. // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 98–102.
18. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 1.01.2022 г. – Минск: Белгослес, 2022. – 90 с.

Статья поступила в редколлегию 24.03.2023 г.

