

УДК 630.174:630\*524

**А. О. Луферов**

Белорусский государственный технологический университет

**ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСЛЕДУЮЩЕГО  
ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ  
НА НЕ ПОКРЫТЫХ ЛЕСОМ ЗЕМЛЯХ**

В статье приведены результаты анализа литературных источников, опытного материала и статистической информации для выявления эффективности хода последующего естественного возобновления сосны на не покрытых лесом землях, а также факторов, влияющих на формирование естественных насаждений. Проанализирован отечественный и зарубежный опыт, выявлены особенности и факторы, влияющие на ход естественного возобновления леса. Исследование проводилось на территории 10 лесохозяйственных учреждений Беларуси с охватом всех геоботанических подзон на прогалинах (24 пробные площади) и вырубках после проведения сплошных санитарных рубок и сплошных рубок главного пользования (23 пробные площади) с учетом типов лесорастительных условий и условий местопрорастания. Исследовался также ход естественного возобновления на участках с созданными лесными культурами (11 пробных площадей). Проведен статистический анализ собранных полевых материалов для выявления закономерностей формирования подроста сосны. Рассчитана экономическая эффективность проведения мероприятий по содействию естественному возобновлению леса по сравнению с созданием лесных культур. Выявлена эффективность хода естественного возобновления насаждений на прогалинах (формируются молодняки с плотностью 2,8–58,0 тыс. шт./га), вырубках (2,2–45,6 тыс. шт./га), а также на участках с созданными лесными культурами (примесь естественного возобновления составляет 1,8–14,9 тыс. шт./га).

**Ключевые слова:** сосна, естественное возобновление леса, прогалина, рубка.

**A. O. Lufarov**

Belarusian State Technological University

**SYLVICULTURAL EFFICIENCY OF THE SUBSEQUENT NATURAL  
REGENERATION OF *PINUS SYLVESTRIS* ON FOREST UNCOVERED LANDS**

The article presents the results of the analysis of statistical information, literary sources and experimental materials to identify the effectiveness of the course of subsequent natural regeneration of pine on uncovered forest lands, as well as factors affecting the formation of natural forest stands. The local and foreign experience is analyzed, the features and factors influencing the course of natural renewal are revealed. The study was conducted on the territory of 10 forest enterprises of Belarus with coverage of all geobotanical subzones on glades (24 sample areas), cutting areas after clear sanitary felling and clear final felling (23 sample areas), taking into account the types of vegetative and land conditions. The course of natural renewal was also investigated in areas with established forest cultures (11 sample areas). A statistical analysis of the collected field materials was carried out to identify patterns of pine undergrowth formation. The economic efficiency of measures to promote the natural regeneration of forests compared with the creation of forest cultures has been calculated. It was found the effectiveness of the course of natural regeneration of forest stands on glades (with forming of young stands with a density of 2.8–58.0 thousand units per ha), cutting areas (2.2–45.6 thousand units per ha), as well as on plots with forest cultures (admixture of natural regeneration is 1.8–14.9 thousand units per hectare).

**Key words:** pine, natural regeneration of forests, glade, cutting area.

**Введение.** В условиях массового усыхания хвойных насаждений последних лет [1–3] в Беларуси и других странах и, как следствие, необходимости качественного лесовосстановления образующихся вырубок после проведения сплошных санитарных рубок вполне закономерным будет вопрос: чем и как восстанавливать такие участки? Создание монокультур сосны обыкновенной – не самый лучший вариант, так как в условиях глобального потепления климата [4–5] сложно спрогнозировать устойчивость таких

лесных культур по прошествии двух классов возраста или даже ранее.

Полный переход на быстрорастущие и пока слабо подверженные усыханию мягколиственные породы пока также не представляется возможным – нельзя допустить резкого снижения доли ценных хвойных насаждений в породном составе страны.

Тем временем площадь вырубок после проведения сплошных санитарных рубок сосны по Брестскому и Гомельскому ГПЛХО только

за 2017 г. составляла около 5000 га [3]. В целом, исходя из данных Лесного кадастра, на 01.01.2017 по Министерству лесного хозяйства числилось 117,8 тыс. га вырубок [6].

Доля остальных категорий не покрытых лесом земель также значительна. На 01.01.2017 по землям Министерства лесного хозяйства числилось 78,6 тыс. га прогалин и пустырей. В этот объем входят и принятые из-под сельскохозяйственного пользования низкопродуктивные земли. Гари, погибшие насаждения занимают площадь 3,3 тыс. га [6].

Лесовосстановление не покрытых лесом земель – важная задача, требующая индивидуального профессионального подхода к каждому участку. Лесные культуры во многих случаях могут быть выходом из положения, однако не во всех лесотипологических условиях. Зависимость успешности хода естественного возобновления сосны от лесотипологических, географических и прочих факторов приводится в работах ряда авторов [7–12].

Безусловно, лесные культуры сосны довольно просто качественно вырастить на прогалинах и рубках сучкодольных типов леса, однако это в любом случае потребует материальных и временных затрат, которые можно избежать или сократить при использовании метода содействия естественному возобновлению.

Российскими исследователями [13] также подтверждается успешность естественного возобновления сосны на рубках без дополнительного создания лесных культур, особенно в сучкодольных типах леса, где количество соснового подроста составляет 15 тыс. шт./га, а встречаемость достигает 100%.

Кроме лесотипологического и почвенного факторов, важными условиями для появления соснового подроста в количестве, достаточном для формирования насаждения, являются освещенность [14] и наличие источников обсеменения. Исследование влияния климатических и пространственных факторов на успешность хода естественного возобновления сосны проводилось шведскими учеными еще в прошлом столетии [15]. Например, была выявлена положительная корреляция возобновления с температурой, продолжительностью вегетационного периода и влажностью почвы, а также отрицательная корреляция – с частотой заморозков.

В то же время недостаточно исследовано качество формирующегося соснового самосева, его микроположение, а также влияние типа условий местопрорастания на успешность естественного лесовосстановления. Выявление этих факторов и закономерностей поможет повысить эффективность последующего естественного возобновления.

**Основная часть.** Исследованием затронуто 12 лесохозяйственных учреждений (далее – лесхозов) Беларуси с распределением по всем геоботаническим подзонам (с охватом 9 геоботанических районов). Закладка временных пробных площадей производилась методом трансект – со сплошным пересчетом самосева на учетных площадках, площадь которых устанавливалась в зависимости от общей площади выдела и густоты подроста, определенной глазомерно. На учетных площадках учитывались:

- количество подроста для каждой древесной породы (средняя густота формирующегося насаждения высчитывалась по преобладающей размерной группе, в зависимости от средней высоты самосева на участке);

- возраст (для хвойных пород устанавливался по количеству мутовок, для лиственных – по количеству годовых колец на срезе);

- высота особей (в сантиметрах, с обобщением групп подроста, однородных по своим качественным показателям);

- местоположение (следующие учетные категории: по дну борозды, на пласте, между борозд; для участков без проведения минерализации почвы или тех участков, на которых следы минерализации, ввиду давности проведения мероприятия, не сохранились, – микропонижение, микроповышение, равнинный участок);

- категория качества (здоровый, угнетенный, мертвый, поврежденный);

- встречаемость подроста (устанавливалась для подроста в целом и для сосны в отдельности);

- живой напочвенный покров (далее – ЖНП; устанавливаются интенсивность и видовой состав);

- тип условий местопрорастания и тип лесорастительных условий (далее – ТУМ и ТЛУ);

- источники обсеменения (описывались единичные деревья или стена леса, находящаяся в направлении преобладающих ветров);

- хозяйственное мероприятие по проведению мер содействия естественному возобновлению леса (год проведения минерализации, орудие, глубина обработки).

Основной задачей данного исследования является анализ качественных и количественных характеристик соснового самосева и подроста. На рис. 1 приводится распределение естественного возобновления сосны на участках прогалин по категориям качества и ТУМ/ТЛУ. Заложены 24 временные пробные площади (далее – ВПП) в 6 лесхозах для исследования этой категории земель.

ВПП 1–7 заложены в ГЛХУ «Ушачский лесхоз», ВПП 8–15 – в ГОЛХУ «Копыльский опытный лесхоз», ВПП 16–20 – в ГЛХУ «Щучинский лесхоз», ВПП 21 – в ГОЛХУ «Гомельский опытный лесхоз», ВПП 22–24 – в Корневской экспериментальной лесной базе (ЭЛБ).

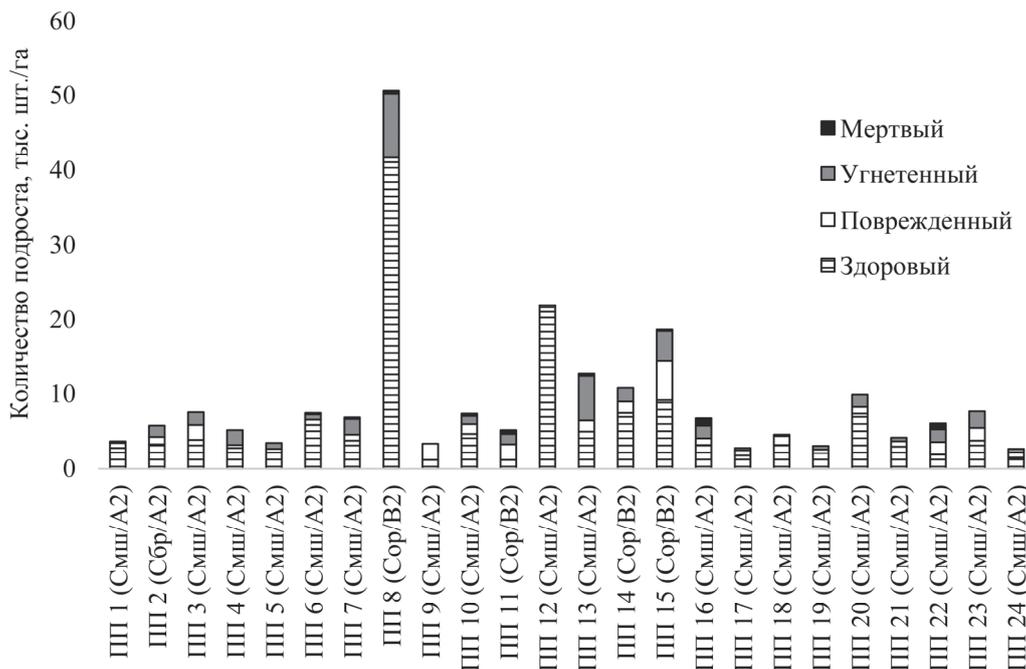


Рис. 1. Распределение естественного возобновления сосны на участках прогалин по категориям качества

В целом на участках прогалин формируются чистые и смешанные сосновые молодняки с густотой 2,8–58,0 тыс. шт./га. Более успешно естественное возобновление сосны наблюдается в сосняке орляковом и мшистом – в этих типах леса почвенные условия оптимальны для прорастания и формирования особей сосны. Средний состав формируемых молодняков в ТУМ А<sub>2</sub> – 9С1Б+Ос,Д,Е,Кл, в В<sub>2</sub> – 9С1Е+Ос,Б,Д. Встречаемость подростка составляет 0,38–1,00 (соснового самосева – 0,33–0,96).

Более подробные статистические характеристики естественно формирующихся молодняков приводятся ниже, в табл. 1 (см. с. 54).

Сосновый подрост, преимущественно, здоровый, однако для многих лесхозов актуальна проблема повреждения хвойных пород дикими животными (ВПП 4, 9, 11, 15, 16, 22, 23), в связи с чем довольно значительна доля поврежденных и мертвых особей.

Угнетенность соснового подростка связана как с горизонтальной световой конкуренцией (между сосновым самосевом и более быстрорастущим подростом мягколиственных и кустарниковых пород, а также травянистой растительностью, которые растут на одном уровне – к примеру, между борозд), так и с вертикальной конкуренцией (затенение соснового самосева, произрастающего по дну борозды, отвалами, образованными при минерализации почвы, или же затенение от стены леса взрослого насаждения, примыкающего к участку прогалины).

В целом наибольшее количество угнетенных особей сосредоточено именно по дну борозды (рис. 2). Это объясняется еще и тем, что при проведении минерализации почвы на излишнюю глубину – более 15 см – плодородный почвен-

ный слой «выгребается» на пласты (на которых по этой причине образуется также значительное количество соснового самосева), и хотя условия для прорастания соснового семени, ввиду устранения ЖНП, становятся более оптимальными в первые годы, затем этим всходам уже не хватает почвенных питательных веществ.

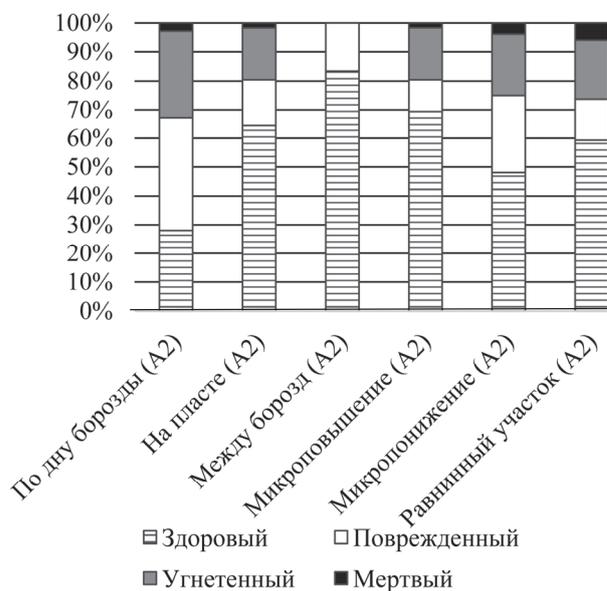


Рис. 2. Распределение подростка на прогалинах (ТУМ А<sub>2</sub>) по микроположению и категориям качества

На некоторых участках ход естественного возобновления сосны оказался успешным даже без проведения минерализации почвы – достаточно было среднеинтенсивного нарушения ЖНП дикими животными.

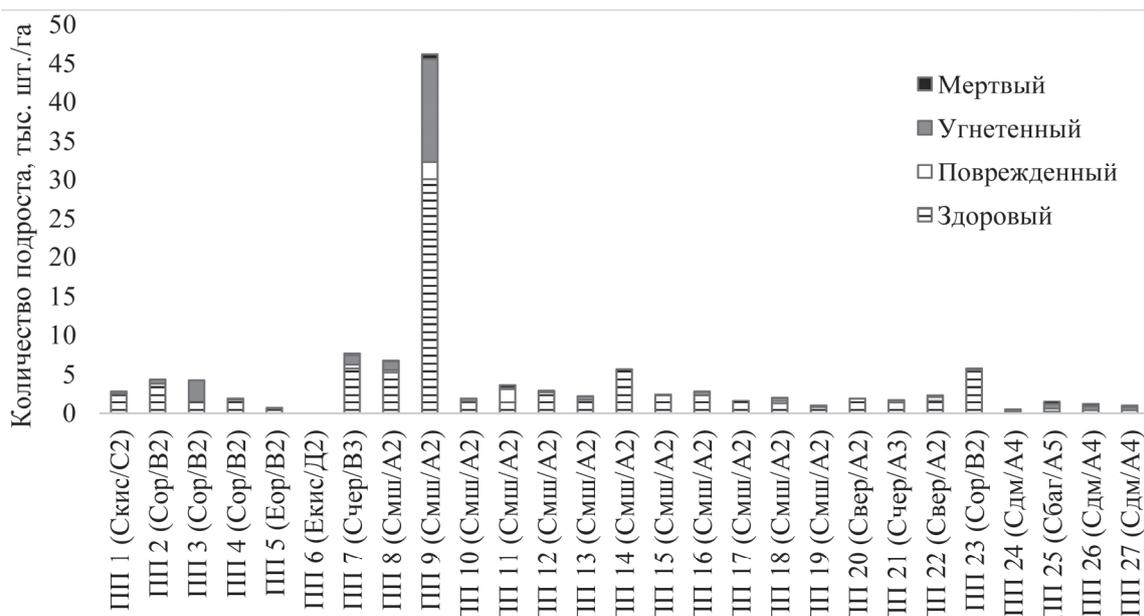


Рис. 3. Распределение естественного возобновления сосны на участках вырубок по категориям качества

На рис. 3 приводится распределение естественного возобновления сосны на участках вырубок по категориям качества и типам условий местопрорастания. Исследованию были подвергнуты, преимущественно, вырубки после сплошных санитарных рубок (ВПП 1–5, 9–23), а также обследовано несколько участков после проведения сплошных рубок главного пользования без сохранения подроста (ВПП 6–8).

ВПП 1–6 заложены в ГЛХУ «Горецкий лесхоз», ВПП 7–8 – в ГЛХУ «Вилейский лесхоз», ВПП 9 – в ГОЛХУ «Копыльский опытный лесхоз», ВПП 10–14 – заложены в ГОЛХУ «Гомельский опытный лесхоз», ВПП 15–22 – в ГОЛХУ «Буда-Кошелевский опытный лесхоз», ВПП 23 – в ГЛХУ «Щучинский лесхоз», ВПП 24–27 – в ГЛХУ «Кобринский лесхоз».

В целом, главным отличием участков вырубок от прогалин в плане естественного лесовозобновительного потенциала является наличие (во многих случаях) равномерно расположенных семенных деревьев, что, однако, не очень актуально для вырубок, образующихся после проведения сплошных санитарных рубок.

Во всех ТУМ, кроме С<sub>2</sub> (здесь уже преобладает ель), формируются чистые или смешанные сосновые молодняки. Средние показатели их приводятся ниже, в табл. 1 (см. с. 54).

Самосев на вырубках в первые годы сосредотачивается по дну борозды, однако на 3–5-летних вырубках большая часть особей сосны расположена уже на микроповышениях, между борозд. В условиях В<sub>3</sub> большая часть сосны расположена на пласте – где не так интенсивно происходит зарастание травянистой растительностью и ЖНП.

Сосновый самосев на вырубках также преимущественно здоровый. Большая часть угнетенных

особей сосредоточена по дну борозды, поврежденные особи – это, по большей части, сохранившийся подрост.

Зависимость густоты формируемого соснового самосева (анализировалась на примере суходольных вырубок) от площади участка отсутствует (рис. 4).

На рис. 5 приводится сравнительное распределение формирующихся естественных молодняков на участках с созданными лесными культурами по ТУМ и состоянию.

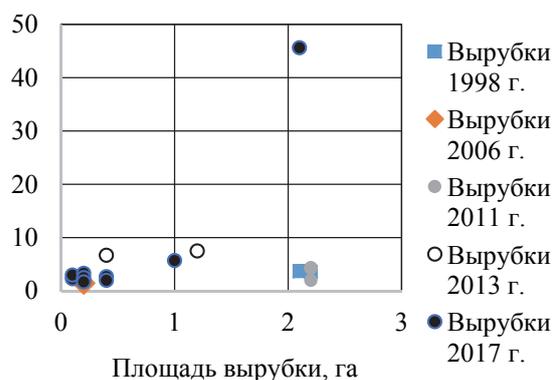


Рис. 4. Распределение вырубок по площади и количеству формируемого соснового самосева

Так, на вырубках 1998 г. площадью около 2,0 га формируются насаждения с густотой хвойных пород более 3,0 тыс. шт./га. На мелкоконтурных суходольных вырубках 2017 г. (до 0,5 га) количество сосновых всходов достигает 2,0 тыс. шт./га, а наибольшее количество соснового подроста сформировалось на ВПП 9 (более 40,0 тыс. шт./га), при том, что площадь данного участка превышает 2,0 га.

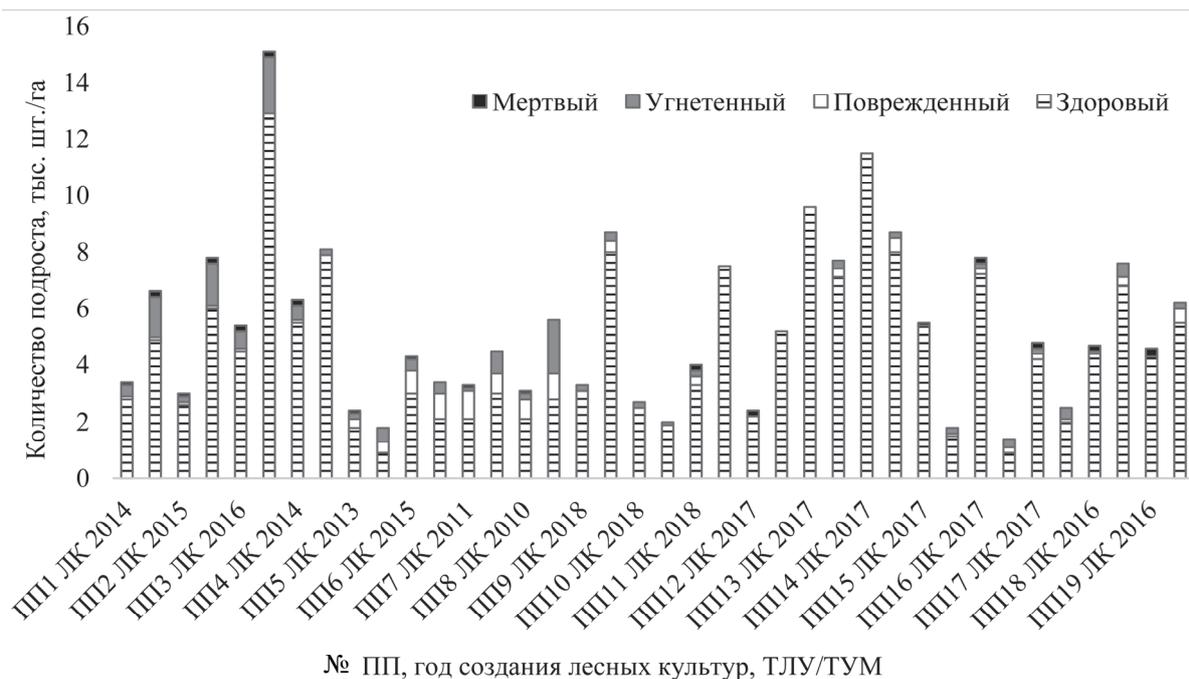


Рис. 5. Сравнительное распределение естественного возобновления и созданных лесных культур по пробным площадях, году создания, условиям местопроизрастания и категориям качества

Таким образом, при наличии равномерно расположенных семенных деревьев по площади участка, или стены леса с направления преобладающих ветров, обсеменение сосной может происходить успешно, вне зависимости от площади участка.

Исследованы несомкнувшиеся лесные культуры 2014–2016 гг. посадки. ВПП 1–4 заложены в ГЛХУ «Щучинский лесхоз», ВПП 5–8 – в ГЛХУ «Ивацевичский военный лесхоз», ВПП 9 – в Корневской ЭЛБ, ВПП 10–11 – в ГОЛХУ «Буда-Кошелевский опытный лесхоз», ВПП 12–17 – в ГЛХУ «Любанский лесхоз», ВПП 18–19 – в ГЛХУ «Кобринский лесхоз».

Средний состав созданных лесных культур на исследованных участках – 6СЗБ1Д+Е (средняя густота посадки 4,7 тыс. шт./га), средний состав естественного возобновления – 7С2Б1Д+Е, Ос, Кл (средняя густота – 5,9 тыс. шт./га). В ТУМ Д<sub>2</sub> значительна примесь естественного дуба и ели (ВПП 1, 2), однако, к примеру, на ВПП 3 в этих условиях крайне успешно пошло естественное возобновление сосны (11,7 тыс. шт./га), что можно связать с эффективностью минерализации почвы валом Кроковского и совпадением времени проведения мероприятия с семенным годом.

В ТУМ А<sub>2</sub> и В<sub>2</sub> в большинстве случаев густота естественного возобновления превышает густоту лесных культур. Естественной формирующаяся сосна на данных участках в среднем более чем на 50% превышает долю сосны, созданной в порядке лесных культур.

На ВПП 14 (Любанский лесхоз) сосновые лесные культуры созданы посевом, и это дало отличный результат (11,5 тыс. шт./га).

Преобладает здоровый самосев сосны (в ТУМ А<sub>2</sub> – 83,1%, В<sub>2</sub> – 93,3%, С<sub>2</sub> – 71,9%). Поврежденность части особей естественного возобновления характерна больше для подростка, сохраненного при проведении рубки.

В целом на более свежих участках лесных культур (2016–2018 гг.) заметно, что сосновый самосев имеет более здоровое состояние, чем искусственно созданные посадки, которым необходимо время для акклиматизации после тепличных условий, в которых выращивались сеянцы. Посадки сосны, созданные по дну борозды, имеют большую угнетенность, отмечают также и мертвые особи.

Встречаемость естественно формирующейся сосны (в среднем 0,55) также закономерно превышает встречаемость сосновых лесных культур (средняя – 0,49), что связано с прорастанием семян и между борозд, и на пласте, а также наличием подростка, сохраненного при проведении рубки.

Сосновый самосев прорастает в основном по дну борозды (43,8%), особенно в первые годы после создания лесных культур. Значительная часть сосредоточена между борозд (38,4%), куда входит и сохраненный подрост. На пласте укоренилось 17,8% особей соснового самосева.

Более подробные средние показатели естественного возобновления сосны на участках с созданными лесными культурами приводятся в табл. 1.

Таблица 1

## Средние характеристики естественного формирующихся молодняков

| Категория земель | ТУМ            | Средний состав | Средняя густота, тыс. шт./га | Средняя встречаемость соснового подроста и самосева | Статистические показатели, характеризующие густоту естественного возобновления сосны |                    |                        |           |                      |         |          |
|------------------|----------------|----------------|------------------------------|---|--|--------------------|------------------------|-----------|----------------------|---------|----------|
|                  |                |                |                              |   | Среднее значение   | Стандартная ошибка | Стандартное отклонение | Дисперсия | Коэффициент вариации | Минимум | Максимум |
| Прогалины        | A <sub>2</sub> | 9С1Б+Ос,Д,Е,Кл | 7,9                          | 0,60  | 6,99   | 1,08               | 4,84                   | 23,41     | 0,69                 | 2,7     | 23,0     |
|                  | B <sub>2</sub> | 9С1Е+Ос,Б,Д    | 25,9                         | 0,78  | 21,15  | 10,21              | 20,43                  | 417,35    | 0,96                 | 4,7     | 50,6     |
| Вырубки          | A <sub>2</sub> | 9С1Б+Д,Ос      | 6,7                          | 0,45  | 5,91   | 3,08               | 11,53                  | 132,84    | 1,95                 | 1,0     | 45,6     |
|                  | B <sub>2</sub> | 4С1Е1Д4Б       | 9,1                          | 0,45  | 3,88   | 0,66               | 1,47                   | 2,16      | 0,38                 | 2,0     | 5,8      |
|                  | B <sub>3</sub> | 5С3Б2Е         | 8,8                          | 0,53  | 4,50   | 3,00               | 4,24                   | 18,0      | 0,94                 | 1,5     | 7,5      |
|                  | C <sub>2</sub> | 6Е2С2Б+Д       | 8,9                          | 0,25  | 3,30   | 0,40               | 0,57                   | 0,32      | 0,17                 | 2,9     | 3,7      |
| Лесные культуры  | A <sub>2</sub> | 7С2Б1Д+Ос      | 5,2                          | 0,44  | 3,80   | 0,62               | 2,33                   | 5,42      | 0,97                 | 1,2     | 8,4      |
|                  | B <sub>2</sub> | 8С2Б+Д         | 4,8                          | 0,59  | 3,75   | 2,65               | 3,75                   | 14,05     | 0,99                 | 1,1     | 6,4      |
|                  | C <sub>2</sub> | 6С1Д3Б+Е       | 9,6                          | 0,61  | 5,93   | 2,96               | 5,12                   | 26,26     | 0,86                 | 1,9     | 11,7     |

Анализируя данные табл. 1, можно сделать следующие выводы. Распределение подроста и самосева на исследованных ВПП не подчиняется законам нормальности распределения (коэффициент вариации в большинстве случаев значительно выше 0,33), даже в пределах ТУМ, где условия местопроизрастания довольно однородные. Кроме того, для прогалин в ТУМ В<sub>2</sub>, вырубок в ТУМ В<sub>3</sub> и С<sub>2</sub>, а также для участков с созданными лесными культурами в ТУМ В<sub>2</sub> и С<sub>2</sub> было заложено всего по 2 ВПП, так что по этой выборке оценивать реальное распределение будет не совсем корректно.

Однако даже с учетом приведенных данных видно, что потенциал естественного возобновления сосны есть практически во всех исследованных ТУМ. Наиболее успешно сосновые молодняки (с примесью мягколиственных и твердолиственных пород) формируются в суходольных типах леса. В условиях В<sub>2</sub> (особенно переходного, с большими колебаниями макро-рельефа) и В<sub>3</sub> появляется уже больше ели, а также дуба, березы и осины. На вырубках в ТУМ С<sub>2</sub> формируются уже смешанные еловые насаждения. В лесных культурах, в этих же условиях, преобладание сосны обусловлено, главным образом, наличием подроста, сохранившимся при проведении рубки.

Встречаемость соснового самосева в ТУМ А<sub>2</sub> оказалась не самой высокой, что связано с групповым размещением особей; в этих условиях прорастание соснового семени идет наиболее успешно и происходит на частях участка с наименьшей интенсивностью ЖНП, которые располагаются (нередко) неравномерно. Ввиду сравнительной бедности ТУМ А<sub>2</sub>, в

этих условиях отмечается большая конкуренция за питательные вещества и, как следствие, выше в некоторых случаях отпад самосева. В более богатых условиях естественного формирующаяся сосна появилась исключительно благодаря проведению минерализации почвы, которая происходит равномерно по площади участка (в ТУМ А<sub>2</sub> минерализации на прогалинах могло и не быть в некоторых случаях). Также на вырубках в ТУМ В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub> и С<sub>2</sub> значительная часть естественного возобновления сосны – это подрост, сохраненный при проведении рубки.

В целом, анализируя показатели, характеризующие процессы естественного возобновления сосны, можно говорить о тенденции к более выраженной успешности возобновления на прогалинах по сравнению с вырубками. Проведенный анализ по *t*-критерию Стьюдента показал, что по густоте ( $t = 0,236$ ,  $df = 32$ ,  $p = 0,815$ ,  $t_{st}$  (для 5%-ного уровня значимости) = 2,036) различия недостоверны ( $t < t_{st}$ ). По встречаемости ( $t = 2,291$ ,  $df = 32$ ,  $p = 0,029$ ,  $t_{st}$  (для 5%-ного уровня значимости) = 2,036) различия достоверны ( $t > t_{st}$ ). В целом это означает большую потенциальную успешность возобновления (встречаемость со значительной вероятностью будет выше) на участках прогалин по сравнению с вырубками в условиях А<sub>2</sub>.

В табл. 2 приводятся сравнительные затраты на 1 га разных способов лесовосстановления в ТУМ А<sub>2</sub>. Для лесных культур принята стандартная схема: 7С3Б, 2,50×0,75, густота 5,3 тыс. шт./га; для лесных культур, создаваемых посадочным материалом с закрытой корневой системой (ЗКС): 10С, 4,0 тыс. шт./га; для создания частичных лесных культур густота посадки составит 1,8 тыс. шт./га.

Таблица 2

## Сравнительные затраты на разные способы лесовосстановления (на 1 га площади)

| Статья затрат                              | Лесные культуры | Лесные культуры (ЗКС) | Частичные лесные культуры | Содействие естественному возобновлению леса |
|--|-----------------|-----------------------|---------------------------|---|
| Основная заработная плата                  | 1279,75         | 1147,89               | 685,18                    | 588,64                                      |
| В том числе:                               |                 |                       |                           |   |
| – тарифный фонд заработной платы           | 673,55          | 604,15                | 360,62                    | 309,81                                      |
| – премии и другие выплаты                  | 606,19          | 543,74                | 324,56                    | 278,83                                      |
| Дополнительная заработная плата            | 153,57          | 137,75                | 82,22                     | 70,64                                       |
| Начисления на заработную плату             | 487,33          | 437,12                | 92,09                     | 224,16                                      |
| Затраты на содержание и эксплуатацию машин | 2548,08         | 2547,72               | 1705,57                   | 1704,96                                     |
| Стоимость основных материалов              | 191,95          | 1200,00               | 64,60                     | –   |
| <i>Итого прямых затрат</i>                 | <i>4660,68</i>  | <i>5470,48</i>        | <i>2629,66</i>            | <i>2588,40</i>                              |
| Общепроизводственные затраты               | 699,10          | 820,57                | 394,45                    | 388,26                                      |
| <i>Всего затрат</i>                        | <i>5359,78</i>  | <i>6291,05</i>        | <i>3024,11</i>            | <i>2976,66</i>                              |

В состав мероприятий для создания лесных культур войдет частичная обработка почвы путем нарезки борозд (МТЗ-82, ПКЛ-70), подвозка семян (УАЗ-3303), временная прикопка семян (для обычных лесных культур), ручная посадка, дополнение культур и агротехнические уходы (кусторезом «Stihl»). Мероприятия по содействию естественному возобновлению включают частичную обработку почвы и агротехнические уходы. Большая часть затрат уходит на содержание машин и механизмов, а также на посадочный материал (для лесных культур с ЗКС).

В целом затраты на проведение мер содействия для 1 га в 1,8 раза меньше затрат на создание 1 га лесных культур и в 2,1 раза меньше затрат на создание лесных культур с ЗКС. Довольно перспективным во многих случаях будет также создание частичных лесных культур (20%) – стоимость посадочного материала не сильно увеличивает финальные затраты на этот способ лесовосстановления, по сравнению с проведением обычных мер содействия.

**Заключение.** В результате данного исследования было выявлено следующее:

1. На прогалинах в ТУМ А<sub>2</sub> и В<sub>2</sub> формируются чистые сосновые молодняки с примесью мягколиственных и ели, средней густотой 6,9–21,1 тыс. шт./га, встречаемостью 0,6–0,78.

2. На вырубках в ТУМ А<sub>2</sub> возобновляются чистые сосняки средней густотой 5,9 тыс. шт./га, встречаемостью 0,45. В более богатых условиях значительна примесь ели, дуба и мягколиственных. В ТУМ С<sub>2</sub> преобладает ель.

3. В лесных культурах примесь естественного возобновления в среднем на 25,5% превышает густоту созданных искусственных посадок. Встречаемость и качество естественных особей также выше. В результате сформируются более сложные смешанные разновозрастные и устойчивые насаждения.

4. В целом на всех категориях участков преобладает здоровый подрост; угнетенный подрост сосредоточен преимущественно по дну борозды, что связано с вертикальной и горизонтальной световой конкуренцией. Повреждается подрост в основном дикими животными.

5. Большая часть естественного возобновления сосны на прогалинах расположена на микроповышениях (40,1%) или на пласте (42,6%); на вырубках в первые годы сосредоточивается по дну борозды, затем концентрируется между борозд, в том числе и за счет сохраненного подраста. Эта же тенденция характерна и для участков лесных культур.

6. Выявлена тенденция к более выраженной успешности возобновления на прогалинах по сравнению с вырубками в условиях А<sub>2</sub> (встречаемость соснового самосева на прогалинах со значительной вероятностью будет выше). Однако эта закономерность требует более детального исследования.

7. Затраты на проведение мер содействия естественному возобновлению на 1 га в условиях А<sub>2</sub> в 1,8 раза меньше затрат на создание 1 га лесных культур и в 2,1 раза меньше затрат на создание лесных культур с ЗКС.

## Литература

1. Зялёны партал / Минск, 2017. URL: <http://greenbelarus.info/articles/27-06-2017/nadvigaetsya-beda-lesovody-belarusi-i-ukrainy-pytayutsya-ostanovit-usyhanie> (дата обращения: 16.03.2019).

2. Отчет о результатах экспедиционного лесопатологического обследования насаждений ГЛХУ «Любанский лесхоз», ГЛХУ «Петриковский лесхоз» и ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз» специалистами РУП «Белгослес» по состоянию на 1 ноября 2017 года / А. А. Сазонов [и др.]. Минск: Белгослес, 2017. № 3. 19 с.

3. Kunca A., Leontovyč R. Pines dieback caused by *Cenangium ferruginosum* Fr. in Slovakia in 2012 // *Folia Oecologica / De Gruyter Poland Sp. z o. o.* Warsaw, 2013. № 40. P. 220–224.
4. Канило П. М., Соловей В. В., Сарапина М. В. Антропогенно-экологические факторы глобального потепления климата // *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит.* 2013. № 8 (114). С. 53–60.
5. Кучин В. Д., Никифорова Л. Е. Последствия глобального потепления климата на Земле // *Труды Таврического государственного агротехнологического университета.* 2013. Т. 4, № 5. С. 3–20.
6. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2017. Минск: Белгослес, 2017. 63 с.
7. Положенцев И. П., Зигангиров А. М. Естественное возобновление сосновых лесов Южного Урала // *Лесное хозяйство.* 1961. № 6. С. 18–21.
8. Исаева Р. П., Луганский Н. А. Естественные лесовосстановительные процессы в подзонах южной тайги и темнохвойно-широколиственных лесов Урала // *Лесообразовательный процесс на Урале и в Зауралье. Труды Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР.* Свердловск, 1975. С. 94–127.
9. Зонально-географические и типологические закономерности естественного возобновления в лесах Свердловской области / Б. П. Колесников [и др.] // *Возобновление леса.* М.: Колос, 1975. С. 91–118.
10. Хатмуллин Р. З., Кулагин А. Ю., Уразильдин Р. В. Оценка естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) в естественных и антропогенно-нарушенных ландшафтах южного Урала // *Вестник Оренбургского государственного университета.* Оренбург, 2009. № 6 (112). С. 412–414.
11. Краснов М. А. Естественное возобновление сосны в связи с вырубками и пожарами // *Бузулукский бор.* М., 1950. Т. 2. С. 3–90.
12. Чудников П. И. Естественное возобновление сосны на дюнных песках в сосновых борах степной зоны на основании исследований в Бузулукском лесном массиве. Свердловск: Галицкий лесотехникум, 1925. С. 5–180.
13. Рунова Е. М., Соловьева А. А. Особенности формирования молодого поколения сосны обыкновенной на вырубках в районе Среднего Приангарья // *Успехи современного естествознания.* М., 2018. № 4. С. 92–97.
14. Алимова Д. Н., Миленин А. И., Алимов Н. И. Влияние освещенности на естественное возобновление сосны обыкновенной в Арчединском лесничестве Волгоградской области // *Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений.* Красноярск, 2016. № 19 (1). С. 3–6.
15. Tegelman D. O. Site factors as multivariate predictors of the success of natural regeneration in Scots pine forests // *Forest Ecology and Management, Elsevier Science Publishing Company Inc.* Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 1998. Vol. 109, no 1–3. P. 231–239.

#### References

1. Zyalony Portal [Green Portal] / Minsk, 2017. Available at: <http://greenbelarus.info/articles/27-06-2017/nadvigaetsya-beda-lesovody-belarusi-i-ukrainy-pytayutsya-ostanovit-usyhanie> (accessed 16.03.2019).
2. Sazonov A. A. [et al.]. *Otchet o rezul'tatakh ekspeditsionnogo lesopatologicheskogo obsledovaniya nasazhdeniy GLKhU "Lyubanskiy leskhov", GLKhU "Petrikovskiy leskhov" i GOLKhU "Mozyrskiy opytnyy leskhov" specialistami RUP "Belgosles" po sostoyaniyu na 1 noyabrya 2017 goda* [Report on the results of the expedition forest pathological survey of the plantations of the Luban Forestry Enterprise, Petrikov Forestry Enterprise and Mozyr Experimental Forestry Enterprise by specialists of RUE "Belgosles" as of November 1, 2017]. Minsk, Belgosles Publ., 2017, no 3. 19 p.
3. Kunca A., Leontovyč R. Pines dieback caused by *Cenangium ferruginosum* Fr. in Slovakia in 2012. *Folia Oecologica.* De Gruyter Poland Sp. z o. o. Warsaw, 2013, no 40, pp. 220–224.
4. Kanilo P. M., Solovey V. V., Sarapina M. V. Anthropogenic-environmental factors of global warming. *Energoberezhniye. Energetika. Energeticheskiy audit* [Energy Saving. Energy. Energy audit], 2013, no 8 (114), pp. 53–60 (In Russian).
5. Kuchin V. D., Nikiforova L. Ye. Consequences of global climate warming on the Earth. *Trudy Tavricheskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta* [Proceedings of the Tavrichesky State Agrotechnological University], 2013, vol. 4, no 5, pp. 3–20 (In Russian).
6. *Gosudarstvennyy lesnoy kadastr Respubliki Belarus po sostoyaniyu na 01.01.2017 goda* [The State Forest Cadastre of the Republic of Belarus as of 01.01.2017]. Minsk, Belgosles Publ., 2017. 63 p.
7. Polozhentsev I. P., Zigangirov A. M. Natural Restoration of the Pine Forests of the South Urals. *Lesnoye khozyaystvo* [Forestry], 1961, no 6, pp. 18–21 (In Russian).
8. Isaeva R. P., Luganskiy N. A. Natural forest regeneration processes in the sub-zones of the southern taiga and dark coniferous-deciduous forests of the Urals. *Lesoobrazovatel'nyy protsess na Urale*

*i v Zaural'ye* [Forest formation process in the Urals and in the Trans-Urals]. Sverdlovsk, 1975, pp. 94–127 (In Russian).

9. Kolesnikov B. P., Konovalov N. A., Isaev R. P., Luganskiy N. A. Zonal-geographical and typological patterns of natural renewal in the forests of the Sverdlovsk region. *Vozobnovleniye lesa* [Forest regeneration]. Moscow, Kolos Publ., 1975, pp. 91–118.

10. Khatmullin R. Z., Kulagin A. Yu., Urazgildin R. V. Assessment of the natural renewal of Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.) in natural and anthropogenically disturbed landscapes of the southern Urals. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Orenburg State University Bulletin], Orenburg, 2009, no 6 (112), pp. 412–414 (In Russian).

11. Krasnov M. A. Natural renewal of pine due to logging and fires. *Buzulukskiy bor* [Pine forest of Buzuluk], Moscow, 1950, vol. 2, 1950, pp. 3–90 (In Russian).

12. Chudnikov P. I. *Estestvennoye vozobnovleniye sosny na dyunnykh peskakh v sosnovykh borakh stepnoy zony na osnovanii issledovaniy v Buzulukskom lesnom massive* [Natural renewal of pine on dune sands in pine forests of the steppe zone on the basis of research in the Buzuluk forest area]. Sverdlovsk, 1925, pp. 5–180 (In Russian).

13. Runova E. M., Solov'yova A. A. Features of the formation of the younger generation of Scots pine on clearings in the area of the Middle Angara region. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Successes of modern nature knowledge]. Moscow, 2018, no 4, pp. 92–97 (In Russian).

14. Alimova D. N., Milenin A. I., Alimov N. I. The Effect of Illumination on the Natural Restoration of Scots Pine in the Archedinsky Forestry of the Volgograd Region. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rasteniy* [Fruit-Growing, Seed-Growing, and Introduction of Woody Plants]. Krasnoyarsk, 2016, no 19 (1), pp. 3–6 (In Russian).

15. Tegelmark D. O. Site factors as multivariate predictors of the success of natural regeneration in Scots pine forests. *Forest Ecology and Management, Elsevier Science Publishing Company Inc.* Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, 1998, vol. 109, no 1–3, pp. 231–239.

#### **Информация об авторах**

**Луферов Антон Олегович** – магистр сельскохозяйственных наук, аспирант кафедры лесоводства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: antonyforest@mail.ru

#### **Information about the authors**

**Luferov Anton Olegovich** – Master of Agriculture, PhD student, the Department of Silviculture. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: antonyforest@mail.ru

*Поступила 27.03.2019*