

УДК 630\*231.1(571.620)

## ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РУБКИ С СОХРАНЕНИЕМ ПОДРОСТА В ПИХТОВО-ЕЛОВЫХ ЛЕСАХ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

© 2022 г. А. Г. Матвеева\*

*Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская, 136, Хабаровск, 680035 Россия*

*\*E-mail: matagmat@mail.ru*

Поступила в редакцию 07.12.2020 г.

После доработки 03.04.2021 г.

Принята к публикации 06.10.2021 г.

Елово-пихтовые леса Хабаровского края подвергаются значительной переэксплуатации с того момента, когда были запрещены рубки в дальневосточных кедровниках. По сути, они заменили собой выпавшие из использования насаждения кедра, что подтверждается также исследователями из соседних с краем регионов (Майорова, 2012, 2021). К 2006 г. доля ельников, пройденных промышленными рубками, достигала 85% от их площади. В настоящее время состояние этих лесов настолько ухудшилось, что доля высокопроизводительных ельников составляет не более 10%, на вырубках их заменяют насаждения из березы плосколистной, осины и лиственницы. Ежегодно площади искусственного лесовозобновления в ельниках составляют около 50 тыс. га, но метраж и запасы в этой лесной формации продолжают сокращаться. С 2009 г. потери запаса насчитывают около 30 млн м<sup>3</sup>. Однако если при лесозаготовках соблюдаются лесоводственные требования по сохранности подроста, то уменьшение площади елово-пихтовых лесов должно быть исключено, поскольку эти леса в значительной степени обеспечены подростом. В этой связи нами были проведены исследования, позволяющие судить о сохранности подроста предварительной генерации в процессе лесозаготовок с применением разных систем машин и технологических схем освоения лесосек. В трех лесничествах края мы заложили опытные участки, на которых осуществлялись лесосечные работы по “челночной”, “с объездным волоком” технологиям и с применением постепенных и выборочных рубок. Результаты показывают, что при применении “челночной” технологии процент сохранения подроста предварительной генерации не превышает 25%, по технологии “с объездным волоком” показатели значительно выше – до 75%. Наиболее приемлемый результат по сохранности подроста достигнут при разработке лесосек выборочным и постепенным методами. Таким образом, применением “шадающих” технологий лесозаготовок или полным переходом на постепенный и выборочный методы рубок в елово-пихтовых лесах можно добиться их адекватного восстановления естественным путем.

*Ключевые слова: елово-пихтовые леса, Хабаровский край, лесовозобновление, лесные культуры, технология лесозаготовок, выборочные рубки, постепенные рубки.*

**DOI:** 10.31857/S0024114822010065

Проблема возобновления лесов на Дальнем Востоке находится в поле зрения исследователей с начала XX в. Данные о состоянии естественного возобновления древесных пород по краям, областям и растительным формациям Дальнего Востока содержатся в работах К.П. Соловьева (1937, 1958), Н.В. Дылиса и П.Б. Виппера (1953), Г.Ф. Старикова (1961), Н.С. Моисеенко (1963), А.П. Клинова (1963), В.А. Розенберга (1965), Д.Ф. Ефремова (1971) и др. Процессы естественного возобновления на вырубках изучали М.Е. Ткаченко (1931), И.С. Мелехов (1954, 1958, 1975), А.В. Побединский (1961, 1973), В.И. Алексеев (1978), М.Д. Евдокименко (2007) и др.

Естественное возобновление в ельниках было предметом исследований Е.Д. Солодухина (1954, 1958, 1962), Ю.И. Манько (1958, 1959, 1967), И.Т. Дуплищева (1965, 1971), В.Т. Чумина (1963, 1969) и др.

Выживаемость подроста на вырубках и гарях в ельниках Сихотэ-Алиня изучали Е.Д. Солодухин (1956), А.П. Клинов (1962, 1974), В.П. Ворошилов (1967, 1972, 1975), Ю.И. Манько (1999, 2001, 2005), А.П. Ковалев (1988, 2004). Они отмечали, что несоблюдение простейших лесохозяйственных требований при лесозаготовках и воздействие огня после сплошных рубок ведет к тому,

что возобновления темнохвойных пород на вырубках не возникает.

При определенных условиях оно будет проходить через стадию мягколиственных пород и лиственницы (Стариков, 1961).

При отсутствии на вырубке подроста предварительной генерации ель и пихта практически не возобновляются, если же всходы и появляются, то они гибнут в первый год жизни (Романов, 1958).

Восстановление на вырубках зависит от возрастной стадии древостоя, поступающего в рубку, состояния возобновления под пологом, сохранности подроста в процессе заготовки, определяемом способом рубки и трелевки, сезоном заготовки, характером очистки лесосек от порубочных остатков другими факторами. Однако после сплошных рубок нормальный ход возрастного развития пихтово-еловых лесов обрывается (Манько, 1958). В первый год после рубки начинает усыхать крупный подрост и пихтовый тонкомер, при этом гибнут экземпляры, совершенно не имеющие механических повреждений. А.П. Ковалев (2004) в целом согласен с Ю.И. Манько, отмечая, однако, что отпад крупного подроста предварительной генерации на вырубках происходит все же преимущественно после повреждения его при лесозаготовках. Мелкий подрост погибает от пересыхания субстрата только на слаборазложившемся валеже, доступном прямому солнечному свету.

При сплошных рубках даже при достаточно высоком проценте сохранения подроста (до 75% при зимних лесозаготовках колесными машинами) выживаемость его в ельниках через 2–3 года не превышает 40–50% (Ковалев, Рябухин, 2008).

Успешнее сохраняется подрост, расположенный группами или под пологом тонкомера (Ковалев, 2004; Бузыкин и др., 2006). Уже через 3–4 года после рубки он приспособляется к новым условиям, увеличивает прирост в высоту, который достигает в дальнейшем 30–50 см в год. На вырубках, лишенных защитного древесного полога из тонкомерных деревьев, погибает до 45% мелкого, до 70% среднего и до 100% крупного подроста (Клинцов, 1974).

Сразу после рубки основными причинами гибели пихтово-елового подроста являются климатические факторы, впоследствии же на первый план выступают биологические (насекомые-вредители и окольцовывание мышевидными грызунами). Отпад подроста темнохвойных пород продолжается в течение всего периода формирования молодняка, и даже через двенадцать лет после рубки его остается не более 40% от количества, имевшегося на одногодичных вырубках (Клинцов, 1974). На шестилетней вырубке при сплош-

ном способе лесозаготовок встречаемость подроста в 4 раза ниже, чем до рубки, и составляет всего 24% (Грищенко, 1991).

Степень повреждаемости подроста предварительной генерации и количество выживших экземпляров во многом зависят от сезона лесозаготовок. В процессе летних лесозаготовок при тракторной трелевке древесины наименьшие повреждения наносятся мелкому подросту – от 10 до 23% экземпляров, однако эти цифры справедливы только при соблюдении режима сохранения подроста при лесозаготовках. Средний подрост поражается более сильно: доля поврежденных экземпляров – 36–95%, крупный в отдельных случаях уничтожается полностью. В процессе зимних лесозаготовок подросту наносится меньший ущерб за счет снегового покрова на лесосеках: процент поврежденных экземпляров составляет 10–20 (Манько, 1967). Аналогичные данные получены J. Pross (1999) и С. Martin (2000).

Тем не менее, количество подроста темнохвойных пород во всех ассоциациях пихтово-еловых лесов является вполне достаточным для их самостоятельного возобновления (Стариков, 1961; Чумин, 1963; Манько, 1967; Колесников, 1968). Пихтово-еловые леса Хабаровского края обеспечены предварительным возобновлением более чем на 80% (Ковалев, 1988).

Таким образом, проблема возобновления лесов подробно исследуется достаточно длительное время, разрабатываются практические рекомендации по оптимальному освоению лесов. Несмотря на это, перманентное сокращение площади хвойных лесов в России и ее регионах продолжается.

В Хабаровском крае, согласно документам лесного планирования, лесовосстановительные мероприятия в 2003–2007 гг. проводились на площади 213.7 тыс. га, в 2008–2017 гг. она увеличилась до 577.2 тыс. га (656.5 тыс. га по данным Рослесинфорга) (рис. 1), что сопоставимо с площадью вырубок.

Однако за период с 2009 по 2018 гг. площадь хвойного хозяйства в крае сократилась почти на 50 тыс. га, составив 37.3 млн га, потери запаса при этом превысили 30 млн м<sup>3</sup>.

Искусственное лесовозобновление оправдывает себя только в качестве дополнительной меры для достижения сохранности лесов и проводится в тех местах, где затруднено естественное их воспроизводство, основную же роль играет сохранение подроста при ведении лесозаготовок. В этой связи необходимо выяснить, как влияет лесозаготовительный процесс на сохранность подроста предварительной генерации при проведении ру-

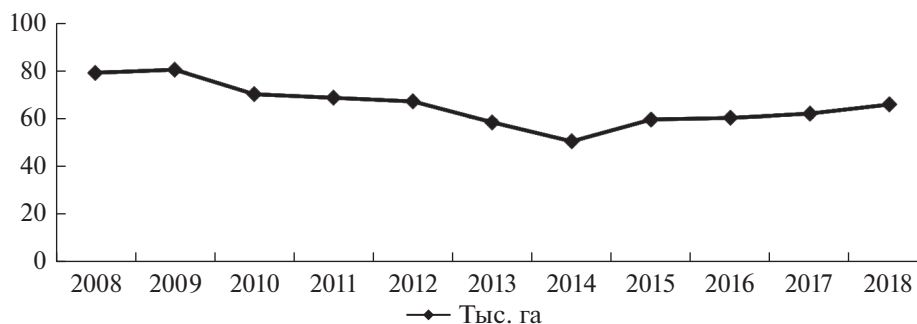


Рис. 1. Площади лесовосстановления в Хабаровском крае в 2008–2018 гг.

бок разными способами с применением различных технологий и комплексов машин.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Объектами исследования являлись участки опытно-производственных рубок, проведенных с применением различных комплексов лесозаготовительных машин в лесном фонде Северного, Сукпайского и Высокогорного лесничеств Хабаровского края. Предметом исследования выступила сохранность елово-пихтового подроста предварительной генерации в них.

Методологической основой для проведения исследований стали имеющиеся теоретические и научно-методические наработки ФБУ «ДальНИИЛХ» и других научно-исследовательских учреждений. В качестве методики использовался комплексный подход с применением лесоводственно-таксационных и маршрутно-рекогносцировочных методов с закладкой пробных площадей в наиболее типичных участках естественных и трансформированных насаждений в соответствии с ОСТ 56-69-83. Подрост изучался на учетных площадках размером  $2 \times 2$  м, не менее чем на трех визирах, расположенных по границам лесосек и по ее середине. Под пологом леса закладывалось не менее 5 площадок, равномерно распределенных по пробной площади и составлявших в сумме не менее 5% от ее площади. Таким образом, было заложено около 1 тыс. площадок.

Перечет подроста на площадках производился по породам, происхождению, жизнеспособности. Также учтенный подрост распределялся по категориям высот на мелкий — до 50 см, средний — 51–150 см и крупный — свыше 151 см.

Кроме натурных исследований был проведен анализ данных из различных источников по динамике площадей и запасов хвойных пород в лесном фонде Хабаровского края за период с 2009 г.

по настоящее время, а также объемов лесовосстановительных мероприятий в крае по годам.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нами была проведена разработка лесосек по различным технологиям на семи участках опытно-производственных рубок с использованием агрегатных систем машин для выявления сохранности елово-пихтового подроста предварительной генерации. Обследованные лесосеки были сгруппированы нами по способам рубок, технологии работ и применяемым машинным комплексам. На всех участках, кроме участков № 6 и 7, до рубки насчитывалось достаточное количество подроста предварительной генерации.

Участки 1, 2 и 3 находятся в Северном лесничестве, 4 и 7 — в Сукпайском, 5 и 6 — в Высокогорном. Все они, за исключением участка № 1, представлены ельниками различных типов, возобновление под пологом леса состоит из ели и пихты, в напочвенном покрове — зеленые мхи. Участки 1–5 были разработаны сплошнолесосечными рубками по различным технологиям, на участке № 6 применялся полосно-постепенный способ рубки, на участке № 7 — выборочный по комбинированной технологии с вальщиком. Площади участков были взяты примерно сопоставимые.

Анализируя лесоводственно-таксационную характеристику древостоев на опытных участках до и после рубки (табл. 1), можно сделать вывод, что освоение лесосек по «челночной» технологии (участки 1, 2) приводит к уничтожению большей части подроста предварительной генерации на вырубках. Мелкий подрост сохраняется в количестве 13–25% от учтенного до рубки. Местами он полностью уничтожается. Сохранность среднего и крупного подроста еще ниже и составляет от 0–6% до 1/4 от первоначального количества. При проведении сплошных рубок по челночной технологии с применением колесной трелевочной машины с пачковым захватом (участок № 4) со-

Таблица 1. Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на участках опытно-производственных рубок

| Номер опытного участка, машины, технология, способ рубки                  | Лесоводственно-таксационные показатели (до рубки/после рубки)  |                                     |   |  |                      |                   |                        | состав подроста   |
|---|--|-------------------------------------|---|--|----------------------|-------------------|------------------------|---|
|   | состав по запасу   | число стволов, шт. га <sup>-1</sup> | сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> га <sup>-1</sup> | запас, м <sup>3</sup> га <sup>-1</sup> | подрост, тыс. шт./га |                   |                        |   |
|   |  |                                     |   |  | мелкий до 50 см      | средний 51–150 см | крупный 151 и более см |   |
| Участок № 1<br>ЛП-19, ЛП-18<br>челночная, сплошнолесосеичный              | $\frac{5.5\text{Л}3.5\text{Е}1\text{П}}{4.6\text{Е}3\text{Л}2.4\text{П}}$                                      | $\frac{586}{62}$                    | $\frac{28.82}{0.75}$                                    | $\frac{288.7}{5.3}$                    | $\frac{8.2}{1.6}$    | $\frac{7.0}{1.0}$ | $\frac{3.4}{0.8}$      | $\frac{6.2\text{Е}3.8\text{П}}{6.5\text{Е}3.5\text{П}}$                       |
|   |  |                                     |   |  | $\frac{3.4}{0.5}$    | $\frac{2.9}{0.3}$ | $\frac{3.1}{0.2}$      |   |
| Участок № 2<br>ЛП-19, ЛП-154<br>челночная, сплошнолесосеичный             | $\frac{5.6\text{Е}3.4\text{Л}1\text{П}\text{ед. Бб}}{5.1\text{Е}4.9\text{П}}$                                  | $\frac{486}{29}$                    | $\frac{31.9}{0.39}$                                     | $\frac{330.1}{2.7}$                    | $\frac{11.3}{8.5}$   | $\frac{7.3}{4.2}$ | $\frac{4.0}{1.0}$      | $\frac{6.0\text{Е}4.0\text{П}}{6.9\text{Е}3.1\text{П}}$                       |
|   |  |                                     |   |  |                      |                   |                        |   |
| Участок № 3<br>ЛП-19, ЛП-18<br>с объездным волоком,<br>сплошнолесосеичный | $\frac{7.5\text{Е}2.5\text{П}}{6.3\text{Е}3.7\text{П}}$  | $\frac{816}{356}$                   | $\frac{23.58}{4.81}$                                    | $\frac{244}{37.4}$                     | $\frac{8.5}{2.2}$    | $\frac{4.2}{1.3}$ | $\frac{1.1}{1.1}$      | $\frac{5.5\text{Е}4.5\text{П}}{6.1\text{Е}3.9\text{П}}$                       |
|   |  |                                     |   |  |                      |                   |                        |   |
| Участок № 4<br>Тимбко 445, САТ-518<br>челночная, сплошнолесосеичный       | $\frac{5.0\text{Е}3.7\text{П}1.3\text{Л}}{5.3\text{Е}4.7\text{П}}$   | $\frac{1352}{114}$                  | $\frac{28.2}{1.1}$                                      | $\frac{239.7}{9.0}$                    | $\frac{8.5}{2.2}$    | $\frac{3.8}{1.3}$ | $\frac{4.3}{1.1}$      | $\frac{5.8\text{Е}4.2\text{П}}{6.1\text{Е}3.9\text{П}}$                       |
|   |  |                                     |   |  |                      |                   |                        |   |
| Участок № 5<br>Тимберджек 2618, 933<br>челночная, сплошнолесосеичный      | $\frac{8.9\text{Е}1.1\text{П}\text{ед. Бб}}{5.7\text{Е}4.3\text{П}}$   | $\frac{928}{64}$                    | $\frac{55.32}{1.13}$                                    | $\frac{262}{16}$                       | $\frac{18.6}{2.4}$   | $\frac{3.5}{-}$   | $\frac{0.5}{-}$        | $\frac{6.2\text{Е}3.8\text{П}}{7.5\text{Е}2.5\text{П}}$                       |
|   |  |                                     |   |  |                      |                   |                        |   |
| Участок № 6<br>Тимберджек 2618, 933<br>полосно-постепенный                | $\frac{4.7\text{Е}3.9\text{П}1.4\text{Бк}}{4.7\text{Е}3.7\text{П}1.6\text{Бк}}$                                | $\frac{1360}{1078}$                 | $\frac{36.15}{26.5}$                                    | $\frac{270}{135}$                      | $\frac{3.9}{2.9}$    | $\frac{2.4}{2.0}$ | $\frac{1.2}{0.8}$      | $\frac{5.9\text{П}4.1\text{Е}}{6.3\text{П}3.7\text{Е}}$                       |
|   |  |                                     |   |  |                      |                   |                        |   |
| Участок № 7<br>Тимберджек 2618, 933<br>комбинированная,<br>выборочный 37% | $\frac{5.5\text{Е}3.4\text{П}0.8\text{Бк}0.2\text{Л}0.1\text{К}}{4.6\text{П}4\text{Е}1.3\text{Бк}0.1\text{К}}$ | $\frac{744}{612}$                   | $\frac{25.42}{18.11}$                                   | $\frac{234}{148}$                      | $\frac{1.9}{1.6}$    | $\frac{2.2}{1.8}$ | $\frac{1.0}{0.5}$      | $\frac{5.6\text{П}4.2\text{Е}0.2\text{К}}{6.1\text{П}3.3\text{Е}0.6\text{К}}$ |
|   |  |                                     |   |  |                      |                   |                        |   |

храняется наибольшее количество подроста любой высоты – 25–34%. При разработке лесосек отечественными комплексами машин сохранность подроста выше, чем в случае, когда применялся комплекс Тимберджек (участок № 5).

На участке сплошнолесосечных рубок по технологии с объездным волоком для валочно-пектирующих машин (участок № 3) сохранность мелкого и среднего подроста существенно выше, чем по “челночной” технологии: 75 и 58% соответственно. Крупного по-прежнему сохраняется не выше 25%.

Выборочный способ рубки по комбинированной технологии с интенсивностью не выше 37% дает наиболее хорошие результаты по сохранности подроста: до 50% крупного, 81.8 и 84.2% среднего и мелкого соответственно (участок № 7). Подрост в пасаках размещен по площади достаточно равномерно, уничтожается он только на волоках.

Полосно-постепенный метод лесозаготовок (участок № 6) позволяет сохранить наибольшее количество крупного подроста – до 67%, по среднему и мелкому показатели сопоставимы с выборочным способом: несколько меньше остается на лесосеке мелкого подроста (74.4%) и чуть больше – среднего (83.3%).

Наибольшее воздействие лесозаготовки оказывают на подрост пихты белокорой: за исключением участка № 7, доля его в составе снизилась максимально на 1.3 ед. При выборочном способе рубок подрост пихты не только не утратил своих позиций, но и увеличил участие с 5.6 до 6.1 единиц состава. В 3 раза увеличилась доля кедра в составе подроста.

По видам повреждений подроста наилучшие показатели достигнуты также при выборочном способе рубок по комбинированной технологии (участок № 7), однако до 7% подроста имели слом вершины или наклон стволика (12%). Ошмыг ствола и кроны присутствовал в 50% случаев на всех обследованных участках.

Процент сохранения подроста в верхней части склона существенно выше, чем в нижней: 50 против 20% соответственно, что объясняется меньшим количеством проездов трелевочной машины. Трелевочный волок в верхней части склона в 1.5 раза уже, чем у верхнего склада. Лучше сохраняется подрост, расположенный в центре пасаки – до 95%, поэтому устройство объездного волока позволяет повысить сохранность подроста при лесозаготовках в 1.2–1.5 раза.

Аналогичные результаты ранее были получены Ю.И. Манько (1959), А.П. Ковалевым (1988), А.П. Ковалевым, П.Б. Рябухиным (2008).

Таким образом, для сохранности подроста очевидны преимущества комбинированной технологии лесозаготовок и технологии “с объездным волоком”, а также выборочных и постепенных рубок (участки № 3, 6, 7). Однако преобладающей технологией в лесах края остается “челночная” виду ее известной простоты, высокой производительности лесозаготовительных машин и снижения издержек на подготовительные работы.

Доля выборочных рубок в лесах края не превышает 12% (Матвеева, Гарыпова, 2018).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований показывают, что елово-пихтовые леса края изначально обеспечены надежным естественным лесовозобновлением. Однако освоение их наименее щадящими технологиями с применением сплошнолесосечных рубок и гусеничных систем машин приводит к тому, что подрост предварительной генерации на лесосеках не сохраняется или сохраняется в количестве, недостаточном для воспроизводства лесных экосистем темнохвойных лесов. Наибольшему негативному влиянию по сравнению с другими темнохвойными породами подвергается подрост пихты.

Несмотря на довольно значительные объемы искусственного лесовозобновления, площади елово-пихтовых лесов в крае продолжают сокращаться, ельники заменяются мягколиственными породами и лиственницей, о чем свидетельствуют наши более ранние исследования (Матвеева, 2009). Стремление лесозаготовителей к минимизации издержек и увеличению сиюминутной прибыли приводит к прогрессирующему ухудшению качества лесов, истощению запасов, сокращению площадей этой лесной формации на протяжении последних 20 лет.

При строгом соблюдении организационно-технических и лесоводственных требований к проведению рубок, в частности при сохранении достаточного количества подроста, тонкомера, семенных деревьев, а также при переходе на постепенные и выборочные способы рубок и отказе от сплошнолесосечной формы хозяйства, а также преимущественном применении колесной лесозаготовительной техники, восстановление темнохвойных лесов – лишь вопрос времени.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев В.И. Возобновление ели на вырубках. М.: Наука, 1978. 132 с.

- Дуплищев И.Т.* Основные типы темнохвойных лесов низовьев Амура // Сб. тр. ДальНИИЛХ. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1965. Вып. 7. С. 279–310.
- Дуплищев И.Т.* Рост и развитие ельников Нижнего Амура // Сб. тр. ДальНИИЛХ. М.: Лесн. пром-сть, 1971. Вып. 11. С. 46–73.
- Дылис Н.В., Виннер П.Б.* Леса западного склона средне-го Сихотэ-Алиня. М.: АН СССР, 1953. 335 с.
- Ефремов Д.Ф.* Лесорастительные условия вырубок лиственничных лесов Камчатки и эффективность лесовосстановительных мероприятий // Труды ДальНИИЛХ. Вып. 11. Хабаровск, 1971. С. 142–159.
- Евдокименко М.Д.* Промышленные рубки и противопожарная профилактика в лесах Восточной Сибири // Лесное хозяйство. 2007. № 3. С. 16–19.
- Ковалев А.П.* Влияние рубок с применением агрегатных машин на естественное возобновление в ельниках и лиственничниках Дальнего Востока // Проблемы лесовосстановления в таежной зоне СССР. Красноярск: Институт леса СО АН, 1988. С. 110–112.
- Ковалев А.П.* Эколого-лесоводственные основы рубок в лесах Дальнего Востока. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2004. 270 с.
- Ковалев А.П., Рябухин П.Б.* Состояние лесного фонда и пути его рационального использования // Лесное хозяйство. 2008. № 2. С. 26–28.
- Лесной план Хабаровского края на 2019–2028 гг. <http://docs.cntd.ru/document/465358059> (дата обращения 29.03.2021).
- Майорова Л.А.* Пихтово-еловые леса Приморского края (эколого-географический анализ): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.03.02. Уссурийск: ПГСХА, 2012. 27 с.
- Майорова Л.А., Петропавловский Б.С.* Оптимум произрастания пихтово-еловых лесов в Приморском крае // Успехи современного естествознания. 2021. № 1. С. 13–19.
- Манько Ю.И.* Возобновление темнохвойных лесов северного Сихотэ-Алиня и некоторые вопросы их развития // Тез. докл. на сессии Совета фил. СО АН СССР по итогам научных исследований за 1957 год. Владивосток, 1958. С. 62–63.
- Манько Ю.И.* Естественное возобновление темнохвойных лесов бассейна оз. Кизи // Естественное возобновление лесов Дальнего Востока. Долинск: ДальНИИЛХ, 1958. С. 104–114.
- Манько Ю.И.* Естественное возобновление в темнохвойных лесах северного Сихотэ-Алиня в связи с рубками главного пользования // Система рубок главного пользования в горных лесах Алтая и Тянь-Шаня. Алма-Ата: КазНИИЛХ, 1959. С. 32–45.
- Манько Ю.И.* Пихтово-еловые леса северного Сихотэ-Алиня. Л.: Наука, 1967. 244 с.
- Манько Ю.И.* Выживание и рост сохранившегося подраста ели и пихты на сплошных рубках в Среднем Сихотэ-Алине // Лесоведение. 2005. № 1. С. 28–36.
- Манько Ю.И., Усольцев В.М.* Особенности адаптации предварительного подраста на рубках в пихтово-еловых лесах центральной и северо-восточной части Приморского края // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2001. С. 342–344.
- Матвеева А.Г.* Современное состояние и перспективы использования пихтово-еловых лесов Северного Сихотэ-Алиня: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.: 06.03.03. Уссурийск: ПГСХА, 2009. 26 с.
- Матвеева А.Г., Гарытова П.Е.* Общее состояние лесоресурсного потенциала Хабаровского края // Философия природопользования в бассейне реки Амур: Матер. VII Междунар. науч.-практ. конф. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. Вып. 7. С. 7–11.
- Мелехов И.С.* Механизация лесозаготовок и возобновление леса // Концентрированные рубки в лесах Севера. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 159–172.
- Мелехов И.С.* О теоретических основах типологии вырубков // Лесной журн. № 1. 1958. С. 27–38.
- Мелехов И.С.* Биология, экология и география возобновления леса // Возобновление леса. Науч. труды ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1975. С. 4–22.
- Моисеенко Н.С.* Возобновление кедрового под пологом леса // Труды ДальНИИЛХ. Хабаровск, 1963. Вып. V. С. 89–117.
- Розенберг В.А.* Об использовании и восстановлении лесов дальневосточного Севера // Лесоводственные исследования на Дальнем Востоке. Вып. 1. Владивосток, 1965. С. 75–96.
- Романов В.Н.* Естественное возобновление темнохвойных лесов острова Сахалин // Естественное возобновление лесов Дальнего Востока / Труды совещания по вопросам естественного возобновления лесов Дальнего Востока. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1958. С. 114–128.
- Соловьев К.П.* К вопросу естественного возобновления хвойных пород Дальнего Востока // Вестник Дальневосточного филиала АН СССР. 1937. № 22. С. 25–43.
- Соловьев К.П.* Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1958. 365 с.
- Солодухин Е.Д.* О характере естественного возобновления древесных пород на Дальнем Востоке // Агробиология. 1954. № 2. С. 136–139.
- Солодухин Е.Д.* Лесовозобновление в елово-пихтовых лесах Приморского края // Естественное возобновление лесов Дальнего Востока / Тр. совещ. по вопросу естественного возобновления лесов Дальнего Востока. Долинск: ДальНИИЛХ, 1958. С. 92–103.
- Солодухин Е.Д.* Типы вырубков в темнохвойных лесах Дальнего Востока и лесовозобновление в них // Труды Приморского сельхозоз. ин-та. 1962. № 1. С. 43–60.
- Стариков Г.Ф.* Леса северной части Хабаровского края. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во, 1961. 208 с.
- Чумин В.Т.* Эксплуатация и лесовосстановление елово-пихтовых лесов низовьев Амура // Труды ДальНИИЛХ. Хабаровск, 1963. Вып. V. С. 58–70.
- Яшнов Л.И.* Краткий курс лесоведения и общего лесоводства. М.: Сельхозиздат, 1931. 211 с.
- Martin C., Hornbeck J., Likens G., Buso D.* Impacts of intensive harvesting on hydrology and nutrient dynamics of northern hardwood forest // Canadian J. Fisheries and Aquatic Sciences. 2000. V. 57. № S1. P. 19–29.
- Pross J., Avermenthy B.* Increased erosion hazard resulting from logrow construction during conversion to plantation forest // Forest Ecology and Management. 1999. № 2–3. P. 145–155.

## Experimental Industrial Fellings with Undergrowth Retention in Fir-Spruce Forests of Khabarovsk Region

A. G. Matveeva\*

*Pacific National University, Tihookeanskaya st., 136, Khabarovsk, 680035 Russia*

*\*E-mail: matagmat@mail.ru*

Spruce and fir forests of the Khabarovsk Region have been subjected to significant overexploitation since the moment when felling was prohibited in the Far Eastern Siberian pine forests. In fact, they have replaced Siberian pine plantations that fell out of use, which is also confirmed by researchers from neighboring regions (Mayorova, 2012, 2021). By 2006, the share of spruce forests that undergone the industrial felling reached 85% of their total area. At present, the state of these forests has deteriorated so much that the share of highly productive spruce forests is no more than 10%; in clearings they are replaced by stands of Asian white birch, aspen and larch. Annually, the area of artificial reforestation in spruce forests is about 50 thousand ha, but the wood stock in these forest formations continue to decline. Since 2009, stock losses have been about 30 million m<sup>3</sup>. However, if the forestry requirements for the preservation of undergrowth are followed during logging, a decrease in the area of spruce-fir forests shouldn't occur, since these forests are largely provided with undergrowth. In this regard, we have carried out studies that make it possible to assess the safety of the preliminary generation undergrowth during logging, using different systems of machines and technological schemes for the felling areas development. In three forest districts of the region, we laid out experimental plots, where logging works were carried out using "shuttle" and "bypass trails" technologies while also employing gradual and selective fellings. The results show that when using the "shuttle" technology, the percentage of pre-generation undergrowth preservation does not exceed 25%, while the "bypass trail" technology keeps the indicators much higher – up to 75%. The most acceptable result on the undergrowth preservation was achieved during the development of cutting areas using selective and gradual methods. Thus, using "sparing" logging technologies or a complete transition to gradual and selective felling methods in spruce-fir forests, it is possible to achieve their adequate reforestation in a natural way.

*Keywords: spruce-fir forests, Khabarovsk Region, reforestation, forest cultures, logging technology, selective fellings, gradual fellings.*

### REFERENCES

- Alekseev V.I., *Vozobnovlenie eli na vyrubkakh* (Renewal of spruce in felling areas), Moscow: Nauka, 1978, 130 p.
- Chumin V.T., *Ekspluatatsiya i lesovosstanovlenie elovopikhtovykh lesov nizov'ev Amura* (Operation and reforestation of spruce and fir forests in the lower reaches of the Amur), *Trudy Dal'NIILKh*, 1963, Vol. V, pp. 58–70.
- Duplishchev I.T., *Osnovnye tipy temnokhvoinykh lesov nizov'ev Amura* (The main types of dark coniferous forests in the lower reaches of the Amur), In: *Sb. tr. Dal'NIILKh* (Proceedings of the Far East Forestry Research Institute), Khabarovsk: Khabarovskoe kn. izd-vo, 1965, Issue 7, pp. 279–310.
- Duplishchev I.T., *Rost i razvitie el'nikov Nizhnego Amura* (Growth and development of spruce forests in the Lower Amur), In: *Sb. tr. Dal'NIILKh* (Proceedings of the Far East Forestry Research Institute), Moscow: Lesn. prom-st', 1971, Issue 11, pp. 46–73.
- Dylis N.V., Vipper P.B., *Lesy zapadnogo sklona srednego Sikhote-Alinya* (Forests of the western slope of the middle Sikhote-Alin), Moscow: AN SSSR, 1953, 335 p.
- Efremov D.F., *Lesorastitel'nye usloviya vyrubok listvennichnykh lesov Kamchatki i effektivnost' lesovosstanovitel'nykh meropriyatii* (Forest growth conditions of felling of larch forests in Kamchatka and the effectiveness of reforestation measures), *Trudy Dal'NIILKh*, 1971, Issue 11, pp. 142–159.
- Evdokimenko M.D., *Promyshlennye rubki i protivopozharnaya profilaktika v lesakh Vostochnoi Sibiri* (Industrial felling and fire prevention in the forests of Eastern Siberia), *Lesnoe khozyaistvo*, 2007, No. 3, pp. 16–19. <http://docs.cntd.ru/document/465358059> (March 29, 2021).
- Kovalev A.P., *Ekologo-lesovodstvennyye osnovy rubok v lesakh Dal'nego Vostoka* (Ecological and silvicultural basis of felling in the forests of the Far East), Khabarovsk: Dal'NIILKh, 2004, 270 p.
- Kovalev A.P., Ryabukhin P.B., *Sostoyanie lesnogo fonda i puti ego ratsional'nogo ispol'zovaniya* (The state of the forest fund and the ways of its rational use), *Lesnoe khozyaistvo*, 2008, No. 2, pp. 26–28.
- Kovalev A.P., *Vliyanie rubok s primeneniem agregatnykh mashin na estestvennoe vozobnovlenie v el'nikakh i listvennichnikakh Dal'nego Vostoka* (Influence of felling with the use of modular machines on natural regeneration in spruce and larch forests of the Far East), In: *Problemy lesovosstanovleniya v taezhnoi zone SSSR* (Challenges of reforestation in the taiga zone of the USSR), Krasnoyarsk: Institut lesa SO AN, 1988, pp. 110–112.
- Maiorova L.A., Petropavlovskii B.S., *Optimum proizvodstvaniya pikhtovo-elovykh lesov v Primorskom krae* (Optimal the growth of fir-spruce forests in the Primorsky Territory), *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2021, No. 1, pp. 13–19.
- Maiorova L.A., *Pikhtovo-elovye lesa Primorskogo kraya (ekologo-geograficheskii analiz)*. *Avtoref. diss. kand. biol. nauk* (Fir-spruce forests of Primorsky Krai (ecological and geographical analysis). Extended abstract of Candidate's biol. sci. thesis), Ussuriisk: PGSKhA, 2012, 27 p.

- Man'ko Y.I., Estestvennoe vozobnovlenie temnokhvoinykh lesov basseina oz. Kizi (Natural renewal of dark coniferous forests in the lake Kizi), In: *Estestvennoe vozobnovlenie lesov Dal'nego Vostoka* (Natural renewal of forests in the Far East), Dolinsk: Dal'NIILKh, 1958, pp. 104–114.
- Man'ko Y.I., Estestvennoe vozobnovlenie v temnokhvoinykh lesakh severnogo Sikhote-Alinya v svyazi s rubkami glavnogo pol'zovaniya (Natural regeneration in dark coniferous forests of northern Sikhote-Alin in connection with final felling), In: *Sistema rubok glavnogo pol'zovaniya v gornyykh lesakh Altaya i Tyan'-Shanya* (System of final felling in mountain forests of Altai and Tien Shan), Alma-Ata: KazNIILKh, 1959, pp. 32–45.
- Man'ko Y.I., *Pikhtovo-elovye lesa severnogo Sikhote-Alinya* (Fir-spruce forests of the Northern Sikhote-Alin), Leningrad: Nauka, 1967, 244 p.
- Man'ko Y.I., Usol'tsev V.M., Osobennosti adaptatsii predvaritel'nogo podrosta na vyrubkakh v pikhtovo-elovykh lesakh tsentral'noi i severo-vostochnoi chasti Primorskogo kraja (Features of adaptation of preliminary undergrowth in clearings in fir-spruce forests of the central and north-eastern part of Primorsky Krai), In: *Klassifikatsiya i dinamika lesov Dal'nego Vostoka* (Classification and dynamics of forests of the Far East), Vladivostok: Dal'nauka, 2001, pp. 342–344.
- Man'ko Y.I., Vozobnovlenie temnokhvoinykh lesov severnogo Sikhote-Alinya i nekotorye voprosy ikh razvitiya (Renewal of dark coniferous forests of northern Sikhote-Alin and some issues of their development), In: *Tez. dokl. na sessii Soveta fil. SO AN SSSR po itogam nauchnykh issledovaniy za 1957 god* (Proceeding the session of the Council of the branch of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences based on the results of research for 1957), Vladivostok: 1958, pp. 62–63.
- Man'ko Y.I., Vyzhivanie i rost sokhranivshegosya podrosta eli i pikhty na sploshnykh rubkakh v Srednem Sikhote-Aline (Survival and growth of preserved spruce and fir regrowth in clear-cut areas in the middle Sikhote-Alin), *Lesovedenie*, 2005, No. 1, pp. 28–36.
- Martin C., Hornbeck J., Likens G., Buso D., Impacts of intensive harvesting on hydrology and nutrient dynamics of northern hardwood forest, *Canadian J. Fisheries and Aquatic Sciences*, 2000, Vol. 57, No. S1, pp. 19–29.
- Matveeva A.G., Garypova P.E., Obshchee sostoyanie lesoresursnogo potentsiala Khabarovskogo kraja (The general state of the forest resource potential of the Khabarovsk Krai), *Filosofiya prirodopol'zovaniya v basseine reki Amur* (Philosophy of Nature Management in the Amur River Basin), Khabarovsk, Proc. of VII Int. scientific-practical conf., Khabarovsk: Izd-vo Tikhookean. gos. un-ta, Vol. 7, pp. 7–11.
- Matveeva A.G., *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya pikhtovo-elovykh lesov Severnogo Sikhote-Alinya. Avtoref. diss. kand. s.-kh. nauk* (The current state and prospects of using the fir-spruce forests of the Northern Sikhote-Alin. Extended abstract of Candidate's agric. sci. thesis), Ussuriisk: PGSKhA, 2009, 26 p.
- Melekhov I.S., Biologiya, ekologiya i geografiya vozobnovleniya lesa (Biology, ecology and geography of reforestation), In: *Vozobnovlenie lesa* (Reforestation), Moscow: Kolos, 1975, pp. 4–22.
- Melekhov I.S., Mekhanizatsiya lesozagotovok i vozobnovlenie lesa (Mechanization of forest extraction and reforestation), In: *Kontsentrirovannye rubki v lesakh Severa* (Extensive clear fellings in the Arctic forests), Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1954, pp. 159–172.
- Melekhov I.S., O teoreticheskikh osnovakh tipologii vyrubok (About the theoretical foundations of the felling typology), *Lesnoi zhurnal*, 1958, No. 1, pp. 27–38.
- Moiseenko N.S., Vozobnovlenie kedra koreiskogo pod pologom lesa (Renewal of Korean cedar under the forest canopy), *Trudy Dal'NIILKh*, 1963, Issue V, pp. 89–117.
- Pross J., Avermenthy B., Increased erosion hazard resulting from logrow construction during conversion to plantation forest, *Forest Ecology and Management*, 1999, No. 2–3, pp. 145–155.
- Romanov V.N., Estestvennoe vozobnovlenie temnokhvoinykh lesov ostrova Sakhalin (Natural renewal of dark coniferous forests of Sakhalin Island), *Estestvennoe vozobnovlenie lesov Dal'nego Vostoka*, Khabarovsk, Proc. of the meeting on natural renewal of forests of the Far East, Khabarovsk: Dal'NIILKh, pp. 114–128.
- Rozenberg V.A., Ob ispol'zovanii i vosstanovlenii lesov dal'nevostochnogo Severa (On the use and restoration of forests in the Far Eastern North), In: *Lesovodstvennyye issledovaniya na Dal'nem Vostoke* (Silvicultural research in the Far East), Vladivostok, 1965, Vol. 1, pp. 75–96.
- Solodukhin E.D., Lesovozobnovlenie v elovo-pikhtovykh lesakh Primorskogo kraja (Reforestation in the spruce-fir forests of Primorsky Krai), *Estestvennoe vozobnovlenie lesov Dal'nego Vostoka*, Dolinsk, Proc. of the meeting on the natural renewal of forests in the Far East: Dal'NIILKh, pp. 92–103.
- Solodukhin E.D., O kharaktere estestvennogo vozobnovleniya drevesnykh porod na Dal'nem Vostoke (On the nature of natural regeneration of tree species in the Far East), *Agrobiologiya*, 1954, No. 2, pp. 136–139.
- Solodukhin E.D., Tipy vyrubok v temnokhvoinykh lesakh Dal'nego Vostoka i lesovozobnovlenie v nikh (Types of felling in dark coniferous forests of the Far East and reforestation in them), *Trudy Primorskogo sel'skokhoz. in-ta*, 1962, No. 1, pp. 43–60.
- Solov'ev K.P., K voprosu estestvennogo vozobnovleniya khvoinykh porod Dal'nego Vostoka (On the issue of natural renewal of conifers in the Far East), *Vestnik Dal'nevostochnogo filiala AN SSSR*, 1937, No. 22, pp. 25–43.
- Solov'ev K.P., *Kedrovo-shirokolistvennyye lesa Dal'nego Vostoka i khozyaistvo v nikh* (Cedar-deciduous forests of the Far East and the forestry in them), Khabarovsk: Khabarovskoe kn. izd-vo, 1958, 365 p.
- Starikov G.F., *Les severnoi chasti Khabarovskogo kraja* (Forests of the northern part of the Khabarovsk Territory), Khabarovsk: Khabarovskoe kn. izd-vo, 1961, 208 p.
- Yashnov L.I., *Kratkii kurs lesovedeniya i obshchego lesovodstva* (Short course in forestry and general silviculture), Moscow: Sel'khozizdat, 1931, 211 p.