

Научная статья

Original article

УДК 630

DOI 10.55186/25880209_2025_9_3_5

**АНАЛИЗ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛИСТВЕННОЙ НА
ПРИМЕРЕ ГКУ РС(Я) «СУНТАРСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»**

**ANALYSIS OF NATURAL REGENERATION OF LARCH: A CASE STUDY OF
THE STATE PUBLIC INSTITUTION OF THE REPUBLIC OF SAKHA
(YAKUTIA) "SUNTARSKOYE FORESTRY"**



Николаева Февронья Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. зав. кафедрой Технология и оборудование лесного комплекса, ФГБОУ ВО Арктический государственный агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3), ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5709-2012_yad250673@mail.ru

Николаев Вячеслав Владимирович, аспирант, ассистент кафедры Технология и оборудование лесного комплекса, ФГБОУ ВО Арктический государственный агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8889-6288>, gorzerk94@gmail.com

Васильев Клим Климович, студент по направлению подготовки 35.03.01. Лесное дело ФГБОУ ВО Арктический государственный агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3), yad250673@mail.ru

Fevroniya Vasilievna Nikolaeva, Candidate of Agricultural Sciences, Acting Head of the Department of Technology and Equipment of the Forest Complex, Arctic State Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoye Highway, 3 km, Building 3), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5709-2012>, Email: yad250673@mail.ru

Vyacheslav Vladimirovich Nikolaev, Postgraduate Student, Assistant at the Department of Technology and Equipment of the Forest Complex, Arctic State Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoye Highway, 3 km, Building 3), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8889-6288>, Email: gorzerk94@gmail.com

Klim Klimovich Vasiliev, Undergraduate Student in the field of study 35.03.01 Forestry, Arctic State Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoye Highway, 3 km, Building 3), Email: yad250673@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования процессов естественного возобновления лиственницы (*Larix spp.*) в условиях Центральной Якутии на примере Сунтарского лесничества. Актуальность работы обусловлена большой площадью лиственничных лесов Республики Саха (Якутия) и частыми лесными пожарами, что требует эффективных мер по восстановлению леса. Цель исследования – анализ успешности естественного лесовосстановления лиственницы и факторов, влияющих на него, для разработки рекомендаций по улучшению возобновления лиственничных насаждений. Объект исследования – процесс естественного возобновления лиственницы в лесном фонде Сунтарского лесничества; предмет – характеристика и динамика естественного возобновления лиственницы на данной территории. В работе использованы данные государственного лесного реестра, материалы лесоустройства и результаты полевых наблюдений на постоянных пробных площадях. Проведен учет самосева и подроста лиственницы, оценено влияние удаленности от источников семян и покрова

конкурирующей растительности на приживание сеянцев. Установлено, что на гарях и вырубках лиственница успешно возобновляется при наличии материнских деревьев вблизи, однако плотность подроста резко уменьшается с расстоянием. Живой напочвенный покров (особенно иван-чай и малина) существенно затрудняет появление всходов лиственницы. Естественное лесовозобновление на изученных участках в целом оценивается как хорошее. Разработаны научно обоснованные рекомендации по содействию естественному возобновлению лиственницы: сохранение жизнеспособного подроста при рубках, оставление семенных деревьев, подготовка почвы (минерализация) на части вырубki, очистка гарей и вырубok путем контролируемого сжигания порубочных остатков и др. Выполнение этих мероприятий позволит повысить эффективность естественного лесовосстановления лиственничных лесов в регионе.

Abstract. The article presents results of a study on natural regeneration processes of larch (*Larix* spp.) in central Yakutia, using the example of Suntarskoye forestry. The relevance of the work is due to the extensive area of larch forests in the Republic of Sakha (Yakutia) and the frequent occurrence of wildfires, which necessitate effective forest restoration measures. The aim of the study is to analyze the success of natural larch regeneration and the factors affecting it, in order to develop recommendations for improving larch forest regeneration. The object of the research is the process of natural regeneration of larch in the forest fund of Suntarskoye forestry; the subject is the characteristics and dynamics of larch natural regeneration in this area. The study uses data from the state forest registry, forest management materials, and field observations on permanent sample plots. We conducted an inventory of larch self-seeding and undergrowth, and assessed the influence of distance from seed sources and competing ground vegetation on seedling establishment. It was found that on burned areas and clear-cuts larch regenerates successfully in the presence of nearby parent trees, however seedling density drops sharply with increasing distance. Live ground cover (especially fireweed and wild raspberry) significantly hinders the emergence of larch germinants. Overall, natural

forest regeneration on the studied sites is evaluated as good. Science-based recommendations for assisting natural regeneration of larch have been developed: preservation of viable advance growth during logging, retention of seed trees, soil scarification on part of the cut area, slash disposal by controlled burning, etc. Implementation of these measures will improve the effectiveness of natural reforestation of larch forests in the region.

Ключевые слова: естественное возобновление, лиственница, лесное хозяйство, Центральная Якутия, восстановление леса, Сунтарское лесничество.

Keywords: natural regeneration, larch, reforestation, forestry, Central Yakutia, wildfires, forest restoration, soil preparation, seed trees.

Введение. Республика Саха (Якутия) обладает крупнейшими лесными ресурсами в Дальневосточном федеральном округе: на её долю приходится около 50,8% площади лесов округа и 43,3% запасов древесины. Лесной покров Якутии представлен преимущественно хвойными породами – лиственницей и сосной, которые вместе занимают свыше 80% лесопокрытой площади, тогда как доля мягколиственных пород (берёза, осина и др.) составляет лишь около 6–7% [1]. Климат Центральной Якутии резко континентальный, с длинной сухой зимой и коротким жарким летом; распространены многолетнемерзлые (мерзлотно-таёжные) почвы с низким естественным плодородием. В таких условиях ведущая лесообразующая порода – лиственница – обладает высокой морозостойкостью, засухоустойчивостью и способностью произрастать на мерзлотных почвах, определяя облик таёжных экосистем региона. Например, показано, что даурская лиственница (*Larix sajanderi*) способна выдерживать температуры до -60°C в зоне вечной мерзлоты Якутии, что подтверждает её исключительную морозостойкость [2].

Одной из серьёзных проблем лесного хозяйства Якутии являются лесные пожары. Ежегодно в республике возникают десятки крупных природных возгораний, охватывающих значительные площади, особенно в центральной части региона. В последние годы отмечается тенденция к увеличению частоты

и масштабов пожаров, что приводит к гибели древостоев на больших территориях. Например, в 2021 году в Якутии было зарегистрировано более 1800 лесных пожаров – рекордный показатель за последние десятилетия, значительно превышающий среднемноголетние значения [3]. В этих условиях задачи воспроизводства лесов приобретают особую актуальность, так как без своевременного возобновления утраченных насаждений нарушается устойчивость экосистем, снижается ресурсный потенциал и защитные функции лесов. Естественное возобновление – основной способ восстановления лиственных лесов после рубок и пожаров, учитывая обширность территорий и ограниченные возможности искусственного лесовосстановления в труднодоступных районах. Однако эффективность естественного лесовозобновления зависит от множества факторов и не всегда отвечает требуемым показателям в практике лесного хозяйства [4].

В теории и практике лесоводства принят подход, при котором успешность лесовосстановления оценивается по наличию и качеству молодого поколения древесных пород на вырубках и гарях. Возобновление леса рассматривается как восстановление древесной растительности, оцениваемое по появлению всходов, самосева, подроста и поросли, их количеству, распределению по породам, состоянию и др. Непрерывность воспроизводства лесных ресурсов для нужд хозяйства, а также выполнение лесом экологических, защитных и рекреационных функций непосредственно связаны с успешным решением задач лесовосстановления. При этом особо отмечается важность рационального использования потенциала естественного возобновления – максимально возможного привлечения естественных процессов восстановления леса там, где это эффективно. Концепция устойчивого управления лесовосстановительными процессами базируется на комплексном изучении закономерностей естественного возобновления в различных условиях произрастания. Недостаточная изученность этих закономерностей и факторов естественного возобновления лиственницы в конкретных региональных условиях является одной из причин низкой успешности мероприятий по содействию

естественному возобновлению [5, 6]. Иными словами, без научного понимания процессов естественного возобновления трудно обеспечить высокую эффективность лесовосстановления на практике.

Цель исследования – изучить и проанализировать процессы естественного возобновления лиственницы в условиях Сунтарского лесничества Центральной Якутии и разработать рекомендации по повышению их эффективности. Для достижения этой цели в работе решены следующие задачи:

1. Изучить характеристику природно-климатических условий и лесной фонд Сунтарского лесничества,
2. Изучить существующие меры использования, охраны и воспроизводства лесов на его территории,
3. Проанализировать успешность естественного возобновления лиственницы в разных условиях (на гарях и вырубках) и выявлены основные влияющие факторы.

Объектом исследования выступает процесс естественного возобновления лиственницы в лесах Сунтарского лесничества, а *предметом* – характеристики и динамика возобновления лиственницы на данной территории (плотность и состав подроста, условия, влияющие на появление и приживание всходов).

Материалы и методы. Для оценки масштабов и особенностей естественного лесовосстановления использованы как статистические данные, так и полевые исследования. В первую очередь проведён анализ материалов Государственного лесного реестра и отчётности лесничества о воспроизводстве лесов. По данным лесного реестра на 2023 год определена общая площадь земель, требующих лесовосстановления на территории Сунтарского лесничества, а также распределение этих земель по способу воспроизводства (естественное возобновление, посадка и посев леса и др.). Особое внимание уделено площади участков, оставленных под естественное возобновление, и их характеру (гарь, вырубка, пустырь и пр.).

Для непосредственного исследования процесса естественного возобновления лиственницы заложены постоянные пробные площади (ППП) в типичных для лесничества условиях, с соблюдением общепринятой методики их закладки [9]. Первая пробная площадь (ППП № 1) размером 20×50 м была заложена весной 2017 года в квартале 149 на границе сплошной вырубki и сохранившегося лиственничного древостоя. Она примыкала к краю материнского насаждения лиственницы (в 13 м от стенки леса в северо-западном направлении). ППП № 1 была разделена на 10 равных секций (по 10×10 м каждая) с целью учёта влияния удалённости от семенного источника. Секции А и Б располагались ближе всего к стене леса (источнику семян), а секции, наиболее удалённые от него, обозначены как И и З. На каждой секции проведён сплошной учёт всходов и самосева древесных пород – то есть подсчитаны все молодые растения (всходы текущего года и 1–3-летние сеянцы, подрост высотой до 0,5–1 м) лиственницы и сопутствующих пород. Первичные учётные на ППП № 1 выполнены сразу после закладки, весной 2017 г., а повторные – осенью 2019 г. Дополнительно на этой пробной площади осенью 2019 года проведены биометрические измерения части подраста: выбрана выборка молодых деревьев лиственницы, сосны, ели, берёзы, для которых измерены высоты и годовые приросты с целью сравнения темпов роста разных пород. На основании данных учётов 2017 и 2019 гг. рассчитаны средние показатели густоты (число молодых растений на 1 га) по каждой породе, минимальные и максимальные значения по секциям, а также изменение этих показателей за период между учётами (динамика прироста или отпада подраста). Вычислена доля участия лиственницы в общем составе молодняка (в условных единицах из 10, где сумма долей всех пород равна 10). Также проведена оценка плотности живого напочвенного покрова на различных секциях и анализ корреляции между проективным покрытием травянистой растительности и успешностью возобновления лиственницы.

В 2020 году были заложены ещё две постоянные пробные площади (ППП № 2 и № 3) для изучения дальности распространения семян лиственницы

и успешности естественного возобновления на разных удалениях от сохранившегося леса. ППП № 2 (размер 5×50 м) заложена весной 2020 г. на вырубке 2011 года в квартале 137, на расстоянии около 110 м к востоку от края лиственничного насаждения-обсеменителя. Учёт на ППП № 2 проводился аналогично – путём сплошного подсчёта подроста и самосева с разделением на виды. ППП № 3 (5×50 м) организована осенью 2020 г. на гариевом участке (горельнике) 2012 года в квартале 131, на расстоянии около 50 м от сохранившегося массива лиственницы. Эта пробная площадь позволила изучить процесс естественного возобновления на гарях в условиях отсутствия конкуренции со стороны подроста мягколиственных пород (берёзы, ивы и др.), которые практически отсутствовали на месте старого гаря. Учёты на ППП № 3 выполнены сразу после закладки (осенью 2020 года).

А	В	Д	Е	З
4ЛЗСЗЕ ед.Б	4ЕЗЛЗС+Б ед.Ос	4Е4С2Л+Ос ед.Б	4ЕЗС2Л1Ос+Б	5Е4С1Л+Ос,Б
Б	Г	Е	Ж	И
4ЛЗС2Е1Ос ед.Б	3ЛЗСЗЕ1Ос+Б	4Е4Л2С+Б,Ос	3ЕЗС2Л1Б1Ос	3СЗЕ2Б1Ос1Л

Рисунок 1. Деление пробной площади МН–1 на секции 10,0×10,0 м

Результаты учётов на всех пробных площадях обрабатывались статистически: рассчитаны средние плотности подроста, определены максимальные дальности, на которых встречаются единичные экземпляры лиственницы, и т. д. Критерии успешности возобновления оценивались согласно действующим лесоводственным рекомендациям: удовлетворительным считалось естественное возобновление, при котором насаждение сомкнётся в будущем с достаточной полнотой без дополнительной посадки.

Результаты и обсуждение. Сунтарское лесничество располагается на территории Сунтарского улуса (района) Республики Саха (Якутия), в центральной части республики. Рельеф преимущественно равнинно-волнистый, абсолютные высоты колеблются в пределах 100–300 м над уровнем моря. Климат резко континентальный с продолжительной зимой: средняя температура января –36...–40 °С, минимумы достигают –50...–55 °С. Лето

короткое (средняя температура июля $+16...+18^{\circ}\text{C}$), осадков выпадает 200–300 мм в год. Поверхностная вечная мерзлота залегает повсеместно, глубина сезонной проталки составляет 1–2 м. Почвенный покров представлен мерзлотными таёжными почвами, в более дренированных местах – дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами, нередко с признаками оподзоленности и оглеения. В целом условия для естественного возобновления древесных пород здесь достаточно суровые: семена испытывают дефицит влаги в поверхностном горизонте почвы, конкурируют с густым травяно-кустарничковым покровом, а также подвержены воздействию экстремальных температур почвы на мелкой глубине из-за мерзлоты.

Лесной фонд Сунтарского лесничества характеризуется преобладанием хвойных насаждений (главным образом лиственницы) с примесью берёзы и лиственных кустарников, значительной площадью гарей различных лет, а также наличием затруднительно возобновимых участков с преобладанием кустарниковой и травяной растительности [7]. Основная лесообразующая порода – лиственница даурская (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr., также известная как лиственница Гмелина), реже встречается сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Среди лиственничных лесов доминируют насаждения естественного происхождения разных возрастов, часто имеющие происхождение после пожаров. Типы лесорастительных условий варьируют от сухих лишайниковых лиственничников на возвышенностях до более богатых мохово-кустарничковых лесов на суглинистых почвах и заболоченных участков в понижениях. Значительная часть территории подвергалась воздействиям огня: имеются обширные гары разных лет возникновения. Кроме того, ведется заготовка древесины выборочным и сплошным способом на ограниченных площадях, в связи с чем присутствуют вырубки. Совокупность этих факторов обуславливает мозаичность возобновления леса: соседствуют участки со здоровым молодняком лиственницы и трудновозобновимые площади с преобладанием кустарников и трав.

Анализ материалов лесного реестра показал, что основная ставка в восстановлении лесов на территории Сунтарского лесничества делается на естественное лесовосстановление. Из 230,3 тыс. га незалесившихся земель, требующих восстановления, 227,0 тыс. га приходится на гаревые земли (территории, пострадавшие от пожаров), 2,7 тыс. га – на вырубки, 0,6 тыс. га – на прочие незалесившиеся участки [8]. Все эти площади запланированы под естественное возобновление леса, что объясняется огромными масштабами гарей и труднодоступностью многих территорий. В частности, практически вся площадь гарей прошлых лет отнесена к землям, оставляемым для естественного лесовосстановления, при том что площадь назначаемых под лесопосадку территорий минимальна. Таким образом, гаревые земли, занимающие львиную долю площадей лесничества, потенциально могут успешно возобновиться лиственницей естественным путём. Однако решающее значение имеют конкретные лесохозяйственные условия: наличие достаточного количества семенных деревьев, степень повреждения почвенного покрова и подстилки.

Следует отметить, что сами по себе природные условия Сунтарского улуса благоприятны для естественного распространения семян лиственницы. Преобладающие ветры в весенне-летний период имеют южную и юго-восточную направленность, что при наличии материнских насаждений способствует заносу крылатых семян лиственницы на открытые вырубки к северу и северо-западу от них. Лиственница – светолюбивая порода, ее семена прорастают лучше на освещенных минерализованных субстратах, которые в изобилии образуются на гарях после выгорания растительного покрова и подстилки. Таким образом, гаревые земли, занимающие львиную долю площадей лесничества, потенциально могут успешно возобновиться лиственницей естественным путем. Однако решающее значение имеют конкретные лесохозяйственные условия: наличие достаточного количества семенных деревьев, степень поврежденности почвы и конкуренция со стороны травянистой растительности. Наше исследование на пробных площадях было направлено на количественную оценку влияния этих факторов.

В проведённом полевом исследовании на ППП оценена фактическая успешность естественного возобновления. Согласно полученным данным, лиственница действительно активно возобновляется на вырубках и гарях Сунтарского лесничества при наличии источников семян в непосредственной близости. На ППП № 1 (граница вырубки 2016 г. и старого лиственничника) уже в течение первого года после рубки появились массовые всходы лиственницы. Средняя плотность молодых растений (всходов и сеянцев до 3 лет) весной 2017 г. составила около 24 тыс. шт./га, в том числе лиственницы – 16,1 тыс. шт./га, берёзы – 7,5 тыс. шт./га, сосны – 0,5 тыс. шт./га, единично встречались также осина и ива. Спустя два года (к осени 2019 г.) общее число подроста несколько уменьшилось (до ~19 тыс. шт./га), что объясняется отпадом части всходов, конкуренцией и естественным прореживанием. Тем не менее доля лиственницы в молодом поколении увеличилась (с 67% до 74%), её средняя густота по площади составила ~14,1 тыс. шт./га, тогда как берёзы – 4,8 тыс. шт./га, сосны – 0,2 тыс. шт./га. Максимальная удалённость, на которой отмечены лиственничные всходы от стенки леса (семенного источника), составила ~80–90 м. Таким образом, на этой вырубке лиственница восстановилась довольно успешно. Сохранение рядом массива семенных деревьев обеспечило обилие самосева, хотя с расстоянием от края леса его плотность существенно снижалась.

Аналогичные тенденции выявлены на других пробных площадях. ППП № 2, заложенная на вырубке 2011 года, находилась значительно дальше от семенного источника (материнского насаждения), чем ППП № 1. Соответственно, плотность лиственничного подроста здесь оказалась ниже: в среднем ~4,7 тыс. шт./га на расстоянии 50–60 м от края леса, и ~2,1 тыс. шт./га на расстоянии 100–120 м. Максимальная дальность, на которой встречались единичные жизнеспособные сеянцы лиственницы, составляла около 140–150 м. Тем не менее даже на удалении порядка 100 м от источника семян лиственничный самосев обеспечил формирование подроста с общим количеством свыше 2 тыс. шт./га, что близко к нижней границе критерия

удовлетворительного возобновления (1,5–2 тыс. экз./га хвойных при отсутствии дополнительной посадки). Это свидетельствует о том, что лиственница обладает способностью распространяться на значительные расстояния, хотя густота её подроста резко падает вдали от семенного источника. Для практики это подчёркивает необходимость оставлять достаточное количество семенных деревьев по центру и краям вырубаемой площади.

На гаревой пробной площади (ППП № 3) средняя плотность лиственничного подроста через 8 лет после пожара составила ~6,0 тыс. экз./га. Это несколько ниже, чем на вырубках, однако в данном случае практически отсутствовала примесь мягколиственных пород. Лиственница выступила абсолютным доминантом в возобновлении, образовав чистый подрост. Отсутствие поблизости берёзовых насаждений и осинника предопределило минимальную конкуренцию со стороны лиственных пород. Кроме того, гарь представляла собой сильно выгоревший участок, где огнём была частично удалена подстилка и поверхностный дерновый слой. Такая минерализация поверхности благоприятствует укоренению семян. Полученные результаты согласуются с общими представлениями о пожарной экологии лиственницы: как типично пирофитное дерево, она приспособлена к периодическим природным возгораниям и способна эффективно возобновляться на гарях.

Анализ влияния напочвенного покрова на появление всходов выявил важный фактор успешности возобновления лиственницы. В границах ППП № 1 отмечено обильное зарастание вырубки высокими травами и кустарничками – в частности, иван-чаем узколиственным (*Chamaenerion angustifolium*) и малиной лесной (*Rubus idaeus*). Эти виды, типичные пионеры гарей и вырубок, образуют сплошной травостой к 2–3 году после нарушения покрова. Нами установлено, что плотность лиственничных сеянцев обратно пропорциональна проективному покрытию травянистой растительности. В тех секциях, где иван-чай и другие травы покрывали большую часть площади, отмечались самые низкие показатели самосева лиственницы. Вычисленный коэффициент корреляции Пирсона между долей покрытия и количеством лиственницы составил $r \approx -0,64$,

что указывает на заметную отрицательную связь: с ростом плотности трав количество листовенничных всходов снижается. Например, на участках с максимальным развитием травяно-кустарничкового покрова (иван-чая), расположенных на расстоянии около 50–60 м от леса, количество листовенницы составляло лишь ~3,4 тыс. шт./га, что меньше половины среднего уровня. Можно предположить, что густой травостой физически затрудняет прорастание и укоренение семян, а также создаёт неблагоприятный микроклимат (избыточное затенение, высушивание поверхностного слоя почвы летом). Этот результат согласуется с практическими наблюдениями лесоводов, что быстрое зарастание вырубок высокотравьем является одной из причин неудач естественного лесовозобновления листовенницы без специальных мер содействия [10].

Интересно, что некоторые лесохозяйственные приёмы, апробированные непосредственно в Сунтарском лесничестве, не всегда приводили к ожидаемому эффекту. По данным отчётов, на части вырубок в 2018–2020 гг. применялись меры содействия естественному возобновлению – проводилась минерализация почвы (вспашка полос, удаление дернины) и контролируемое выжигание сухого травяного покрова [8]. Однако наблюдения на ППП № 1 показали, что эти мероприятия не дали заметного улучшения: на обработанных участках прирост листовенничного подроста не превысил контрольный уровень. Вероятно, причина в том, что минерализация была проведена не непосредственно перед обильным урожаем семян, и к моменту массового опадания семян почва вновь покрылась растительностью. Кроме того, единичное выжигание травы не устранило полностью корневища многолетних растений – уже на следующий сезон травостой восстановился. Данный опыт подчёркивает, что время и способ проведения мер содействия должны быть тщательно увязаны с биологией листовенницы – в идеале почвоподготовку проводить за год до или в год хорошего семеношения, а огневое воздействие повторять, если травянистая растительность отрастает вновь. Отметим, что предварительная минерализация почвы действительно способна значительно

повысить успешность возобновления лиственницы при наличии достаточного семенного материала [11].

В целом, результаты, полученные на трёх пробных площадях, позволяют заключить, что естественное возобновление лиственницы в Сунтарском лесничестве протекает довольно успешно, если имеются необходимые исходные условия – сохранённые семенные деревья (обсеменители) и благоприятная почвенная обстановка. Во всех случаях, когда лиственница располагала источником семян и не испытывала чрезмерной конкуренции со стороны травянистой растительности, её подрост формировался в достаточном количестве для восстановления полнодревесного древостоя. Наиболее проблемные ситуации отмечаются на удалённых от семенного края участках вырубок (дальше ~100–150 м) и на гарях, густо заросших высокотравьем. В таких случаях без мер содействия (подготовка почвы, прочистка подроста от сорных пород, регулирование травостоя и др.) полнота возобновления может оказаться недостаточной.

Таким образом, для обеспечения преемственности лиственничных лесов после пожаров и рубок необходимо сочетание благоприятных природных предпосылок и активных действий со стороны лесного хозяйства. Практические рекомендации включают сохранение жизнеспособного подростка лиственницы при проведении рубок, оставление достаточного количества семенных деревьев на вырубке, проведение частичной минерализации почвы на вырубках, контролируемый пал сухой травы и сжигание порубочных остатков на гарях, а при необходимости – дополнение естественного возобновления целевыми породами путём подсева или посадки. Соблюдение этих мер позволит существенно повысить эффективность восстановления лиственничных насаждений в регионе.

По результат изучения естественного возобновления лиственницы вблизи семенного источника (ППП №1) показало, что первая постоянная пробная площадь (20×50 м), заложенная на границе сплошной вырубке 2017 г., продемонстрировала высокую способность лиственницы заселять вырубку при

наличии рядом невырубленного древостоя. Уже через несколько месяцев после рубки (весной 2017 г.) на пробной площади отмечено массовое появление всходов лиственницы. Средняя плотность лиственничного самосева по ППП №1 составила ~21,6 тыс. штук на 1 га. При этом наблюдался выраженный градиент: в секциях, примыкающих к стене леса (А, Б), где расстояние до семенного источника минимально 53–63 м от края материнского насаждения, лиственничных сеянцев значительно меньше – около 3,7 тыс. шт./га, что составляет лишь ~10% в составе молодняка. Таким образом, с увеличением расстояния от семенных деревьев плотность юных лиственниц падала в десятки раз. В среднем по всей пробной площади (с учетом всех секций) количество лиственничного самосева в 2017 г. составило 21,55 тыс. шт./га, минимальное значение – ~2700 шт./га, максимальное – ~44 100 шт./га. Общая сомкнутость молодого поколений всех пород на ППП №1 была очень высокой: суммарно отмечено около 79 885 экз./га молодых деревьев (включая лиственницу, сосну, ель, березу и др.), что свидетельствует о хороших условиях для прорастания семян сразу после рубки. Высокое абсолютное число всходов частично обусловлено тем, что учет включал и многочисленные однолетние сеянцы березы и других пород.

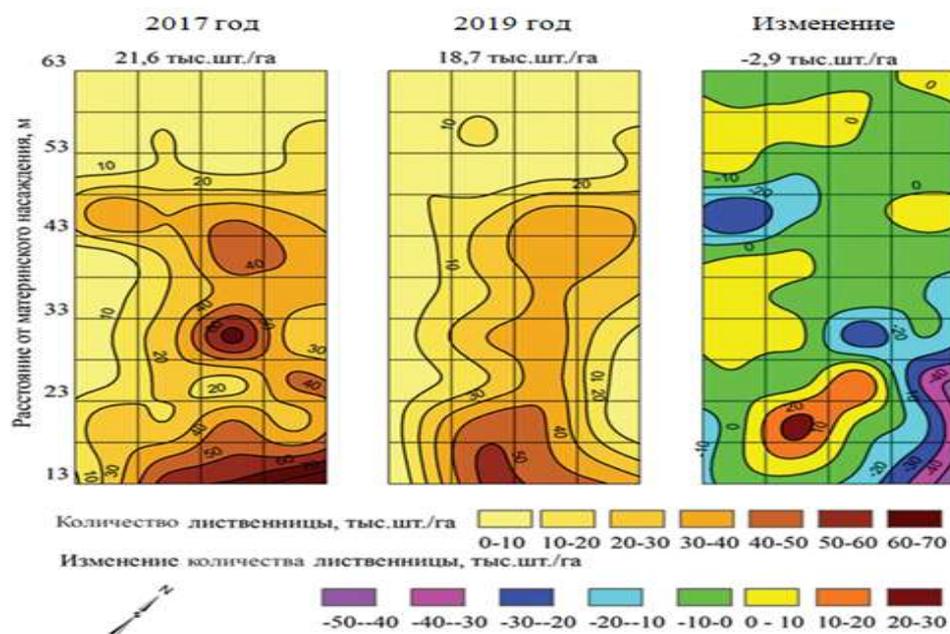


Рисунок 2. Динамика естественного возобновления лиственницы на пробной площади МН–1 за 2017–2019 гг.

Повторный учет, проведенный на той же площади через два года (осенью 2019 г.), позволил выявить динамику естественного возобновления. К этому времени часть начальных всходов отпала (не прижилась), несколько изменилась породно-видовая картина подроста. Средняя густота лиственницы снизилась до ~18,7 тыс. шт./га (то есть примерно на 14% меньше уровня 2017 г.), что указывает на некоторый отпад лиственничных сеянцев в первые годы жизни. Максимальные локальные показатели плотности лиственницы, однако, остались высокими: на наиболее благоприятных участках плотность достигала 62 тыс. шт./га – это даже выше, чем в 2017 г. (44 тыс./га). Такой рост максимума связан с продолжающимся ежегодным поступлением новых всходов: несмотря на то, что часть сеянцев погибает, процесс заселения вырубке лиственницей продолжается, и на отдельных небольших участках под пологом трав могут накапливаться очень густые «куртины» сеянцев к 3-му году. При сравнении с другими хвойными породами выяснилось, что лиственница имела самую большую предельную густоту подроста: максимальная отмеченная плотность подроста сосны и ели оказалась ~52 тыс./га, у лиственницы – на 10 тыс. больше (62 тыс./га). Таким образом, лиственница способна давать более плотный самосев, чем сосна и ель, при прочих равных условиях, что согласуется с наблюдениями о высокой семенной продуктивности зрелых лиственничных деревьев и хорошей всхожести их семян в первый год после созревания.

За период 2017–2019 гг. несколько снизилась относительная доля лиственницы в составе молодняка на ППП №1. Если в 2017 г. лиственница оценивалась в составе как «3 единицы» (30%) из 10, то в 2019 г. – уже как «2 единицы» (20%). Лиственничный подрост по-прежнему широко представлен, однако его доля уменьшилась за счет увеличения участия мягколиственных пород, прежде всего березы. К осени 2019 г. береза обильно вошла в состав подроста на вырубке, опережая хвойные по высоте роста. Согласно проведенным биометрическим измерениям, в семилетнем возрасте (примерно столько лет прошло для подроста, появившегося вскоре после рубки) лидером

по высоте среди молодняка оказалась береза – ее средняя высота была заметно больше, чем у остальных пород. Лиственница заняла второе место по высоте, немного уступая быстрорастущим лиственным породам, но опережая сосну и ель. Сосна к 2019 г. оказалась в угнетенном состоянии: отмечено значительное выпадение молодняка сосны, связанное с поражением его болезнью – обыкновенным шютте (диплодиозным усыханием хвои). Это грибное заболевание часто поражает сосновые молодняки, приводя к усыханию сеянцев, что, вероятно, и наблюдалось на вырубке. Лиственница же таких болезней в данном возрасте не имела, и ее снижение доли объясняется, скорее, конкурентным превосходством березы по темпам роста. Тем не менее, лиственница удерживает свое положение как одна из доминирующих пород в подросте на вырубке, несмотря на начавшееся преобладание мягколиственных. Можно ожидать, что по мере роста деревьев конкурентная ситуация будет меняться: лиственница способна обогнать березу на более длительной перспективе (к 10–15 годам) благодаря долговечности и устойчивости, тогда как часть берез отпадет из-за морозобоин или истощения на мерзлых почвах. Дальнейшее наблюдение за ППП №1 позволит проследить эти процессы.

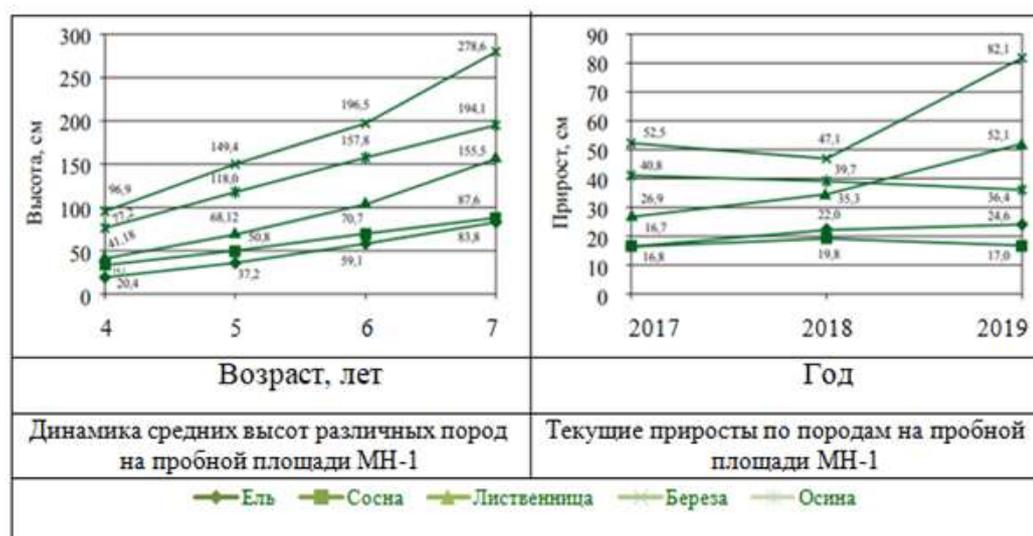


Рисунок 3. Динамика средних высот, текущего прироста по породам на пробной площади МН–1 за 2017–2019 гг.

Анализ влияния напочвенного покрова на появление всходов выявил важный фактор успешности возобновления лиственницы. В границах ППП №1

отмечено обильное зарастание вырубки высокими травами и кустарничками – в частности, иван-чаем узколистным (*Chamaenerion angustifolium*) и малиной лесной (*Rubus idaeus*). Эти виды, типичные пионеры гарей и вырубок, образуют сплошной травостой к 2–3 году после нарушения покрова. Нами установлено, что плотность листовенничных сеянцев обратно пропорциональна проективному покрытию травянистой растительности. В тех секциях, где иван-чай и другие травы покрывали большую часть площади, отмечались самые низкие показатели самосева листовенницы. Вычисленный коэффициент корреляции Пирсона между долей покрытия и количеством листовенницы составил $r \approx -0,64$, что указывает на заметную отрицательную связь: с ростом плотности трав количество листовенничных всходов снижается. Например, на участках с максимальным развитием травяно-кустарничкового покрова (иван-чая), расположенных на расстоянии около 50–60 м от леса, количество листовенницы составляло лишь $\sim 3,4$ тыс. шт./га, что меньше половины среднего уровня. Можно предположить, что густой травостой физически затрудняет прорастание и укоренение семян, а также создает неблагоприятный микроклимат (избыточное затенение, высушивание поверхностного слоя почвы летом). Этот результат согласуется с практическими наблюдениями лесоводов, что быстрое зарастание вырубок высокотравьем является одной из причин неудач естественного лесовозобновления листовенницы без специальных мер содействия.

Интересно, что некоторые лесохозяйственные приемы, апробированные непосредственно в Сунтарском лесничестве, не всегда приводили к ожидаемому эффекту. По данным отчетов, на части вырубок в 2018–2020 гг. применялись меры содействия естественному возобновлению – проводилась минерализация почвы (вспашка полос, удаление дернины) и контролируемое выжигание сухого травяного покрова [1]. Однако наблюдения на ППП №1 показали, что эти мероприятия не дали заметного улучшения: на обработанных участках прирост листовенничного подроста не превысил контрольный уровень. Вероятно, причина в том, что минерализация была проведена не

непосредственно перед обильным урожаем семян, и к моменту массового опадания семян почва вновь покрылась растительностью. Кроме того, единичное выжигание травы не устранило полностью корневища многолетних растений – уже на следующий сезон травостой восстановился. Данный опыт подчеркивает, что время и способ проведения мер содействия должны быть тщательно увязаны с биологией лиственницы – в идеале, почвоподготовку проводить за год до или в год хорошего семеношения, а огневое воздействие повторять, если травянистая растительность отрастает вновь.

Вторая и третья пробные площади, заложенные в 2020 г., позволили оценить, насколько далеко от сохранившихся лиственничников могут появляться жизнеспособные сеянцы лиственницы. Результаты учета на ППП №2 (5×50 м, вырубка 2011 г., источник семян в 110 м западнее) показали, что плотность подростка лиственницы постепенно снижается с увеличением расстояния, оставаясь, тем не менее, на значительном уровне вплоть до ~150 м от стенки леса. Вблизи края вырубки (на расстоянии ~110–120 м от семенного источника) количество лиственницы составляло максимум ~15,2 тыс. шт./га, а на удалении 150 м уменьшалось до ~2,4 тыс. шт./га. После 150 м наблюдалось резкое падение – на более удаленных участках встречались лишь единичные экземпляры лиственничного самосева (несколько штук на гектар), и к 250 м от края леса возобновление лиственницы практически отсутствовало. Таким образом, в условиях открытой ровной местности без преград семена лиственницы способны долетать и давать всходы на расстояниях до 150–200 м, однако массовое появление жизнеспособного подростка ограничено примерно первой сотней метров. Этот радиус активного естественного обсеменения соответствует нормативным представлениям: при сплошных рубках в лиственничниках рекомендуется оставлять нерасчищенные полосы (кулисы) леса через каждые 100–150 м, что и обеспечивает перекрытие зон семенного дождя.

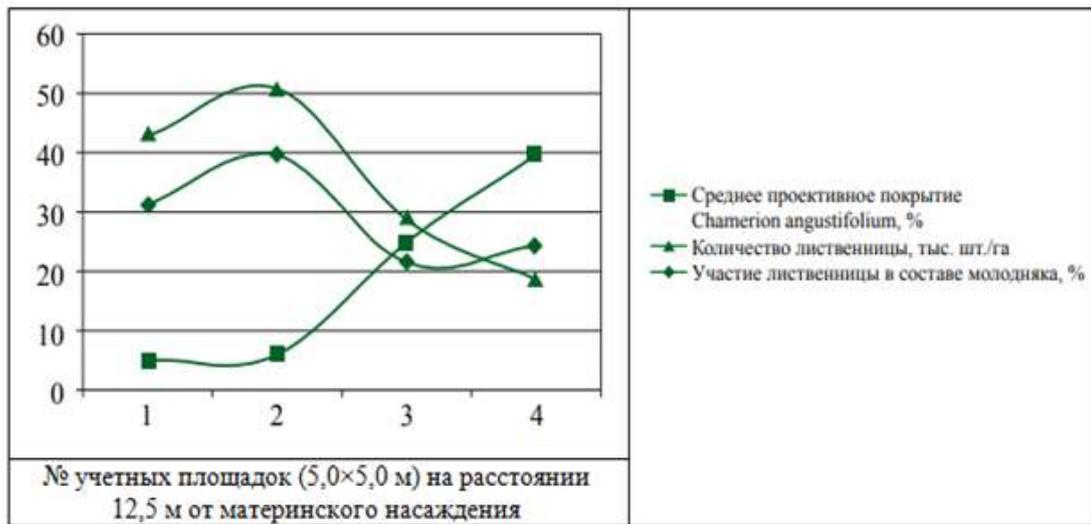


Рисунок 4. Зависимость количества и доли участия лиственницы в составе молодняка от проективного покрытия на пробной площади МН–1

Данные с ППП №3 (вырубка 2009 г.) также подтвердили высокую потенцию лиственницы к естественному возобновлению, даже на относительно старых вырубках. На ближних к лесу учетных площадках (до 50 м) лиственница преобладала в составе подроста, практически полностью освоив пространство опушки. На больших расстояниях (70–150 м) наблюдалось пятнистое распределение подроста, связанное, помимо разброса семян, еще и с условиями увлажнения местопроизрастания. Так, на данной вырубке выявлены участки с начавшимся заболачиванием на расстояниях ~70–100 м и ~110–150 м от края леса, где появление лиственничных всходов было затруднено из-за переувлажнения почвы. Тем не менее, даже в таких условиях встречались отдельные «окна» успешного возобновления: например, на удалении ~165 м от леса отмечено до 5,2 тыс. шт./га лиственницы, а максимальное локальное значение плотности на ППП №3 достигло 89,6 тыс. шт.. Такой экстремально высокий показатель (почти 90 тыс./га) был зафиксирован на одной из площадок, видимо, в месте с оптимальными условиями – вероятно, там сочетались близость группы семенных деревьев и наличие минерализованной почвы после локального прогорания подстилки. В среднем же по ППП №3 возобновление лиственницы носило удовлетворительный характер на расстояниях до ~150 м, далее резко снижалось.

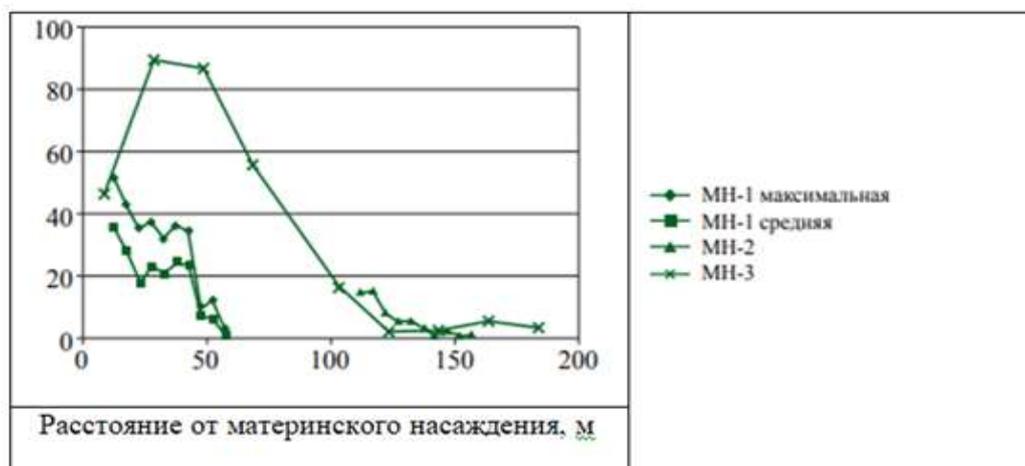


Рисунок 5. Успешность естественного возобновления лиственницы

В целом, результаты, полученные на трех пробных площадях, позволяют заключить, что естественное возобновление лиственницы в Сунтарском лесничестве протекает довольно успешно, если имеются необходимые исходные условия – сохраненные семенные деревья (обсеменители) и благоприятная почвенная обстановка. Во всех случаях, согласно принятым критериям, возобновление оценено как хорошее, поскольку численность подроста лиственницы превышала минимальные нормативы для данных типов условий. На гарях и свежих вырубках лиственница проявляет себя как активный пионер: ее семена быстро занимают свободную площадь, давая десятки тысяч всходов на гектар в первые же годы. Конкуренция со стороны других пород и факторов среды (травяной покров, заболевания) может несколько уменьшить ее долю со временем, но присутствие значительного числа жизнеспособных лиственничных семян почти на всех обследованных площадях свидетельствует о высоком потенциале естественного возобновления. Слабым местом является отсутствие подроста на сильно заросших или слишком удаленных от источников семян участках – там, где расстояние от ближайших лиственниц превышает 200 м либо почва покрыта густым дерновым слоем. В таких ситуациях требуется активное участие лесоводов, направленное на содействие естественному восстановлению или комбинацию с искусственными мерами (подсев семян, посадка саженцев). Ниже приведены рекомендации, которые вытекают из проведенного анализа и

известных лесоводственных подходов к повышению успешности естественного лесовозобновления лиственницы.

Заключение. Выполненное исследование показало, что в условиях Центральной Якутии (на примере Сунтарского лесничества) естественное возобновление лиственницы является эффективным способом восстановления леса на гарях и вырубках, покрывая подавляющую часть площадей, нуждающихся в лесовосстановлении. Лиственница способна успешно закрепляться на нарушенных территориях благодаря высокой семенной продуктивности и приспособленности к экстремальным условиям. На расстояниях до 50–100 м от сохранных древостоев наблюдается массовое появление ее всходов (десятки тысяч штук на гектар в первые годы), что обеспечивает формирование достаточного по густоте молодняка. С увеличением расстояния (более 150–200 м) количество семян сильно сокращается, однако единичное возобновление возможно вплоть до 200–250 м. Таким образом, для гарантированного естественного залесения вырубок большой ширины необходимо наличие семенных деревьев внутри или по краям вырубной площади. В первые годы после рубки или пожара у лиственницы появляется множество конкурентов – быстрорастущие мягколиственные породы (береза, осина) и травянистая растительность (иван-чай, малинник и др.), способные частично подавить лиственничный самосев. Тем не менее, при благоприятном сочетании факторов (наличие минерализованного участка почвы, отсутствие сплошного дернового покрова, проведение рубки в урожайный по семенам год и т.д.) естественное возобновление лиственницы оценивается как хорошее и достаточное для формирования будущего насаждения. Сохранение значительной доли лиственницы в составе подроста спустя несколько лет после нарушения свидетельствует о ее конкурентоспособности. Для поддержания этого успеха и предотвращения случаев неудачного возобновления требуются специальные лесохозяйственные мероприятия, содействующие природному процессу.

Следование им позволит повысить долю сохранившейся лиственницы в составе возобновившихся насаждений, ускорить формирование полноценных молодняков и обеспечить преемственность лиственничных лесов после пожаров и рубок. Особо подчеркнем, что естественное возобновление при соблюдении перечисленных условий является экономически выгодным и экологически предпочтительным способом восстановления лиственничных лесов. Оно не требует больших затрат на посадочный материал и уход, обеспечивает генетическую преемственность местных популяций и формирование устойчивых к местному климату насаждений. Поэтому при грамотном ведении хозяйства естественное лесовозобновление должно оставаться приоритетным в лиственничных лесах Якутии, а искусственное лесоразведение следует применять точно – там, где природное восстановление заведомо затруднено или недостаточно.

Литература:

1. Лесной план Республики Саха (Якутия) на 2019–2028 гг. – Утверждён распоряжением Правительства РС(Я) № 700-р от 04.12.2019. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/570766018> (дата обращения: 07.04.2025).
2. Nokhsorov V.V., Tatarinova T.D., Dudareva L.V., Semenova N.V., Maximov T.C. Lipid Profile of *Larix cajanderi* Mayr in Adaptation to Natural Conditions in the Cryolithozone // *Int. J. Mol. Sci.* – 2025. – Vol. 26, № 1. – P. 164.
3. Государственный доклад о состоянии и использовании лесов Российской Федерации за 2021 год. – М.: Рослесхоз, 2022. – 260 с.
4. Кошурникова Н.Н., Жуйков А.В. Лесовосстановительные процессы на вырубках и гарях // *Современные проблемы науки и образования.* – 2015. – № 5. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21875> (дата обращения: 10.04.2025).
5. Писаренко А.И. Устойчивое лесовосстановление – основа устойчивого лесопользования // *Лесное хозяйство.* – 2013. – № 5. – С. 2–5.

6. Екимова Д.В. Ход естественного возобновления в сосновых и еловых типах леса // Молодой учёный. – 2020. – № 24 (314). – С. 137–139.

7. Регламент Государственного казённого учреждения Республики Саха (Якутия) «Сунтарское лесничество». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://minpriroda.sakha.gov.ru> (дата обращения: 05.02.2025).

8. Годовой отчёт ГКУ РС(Я) «Сунтарское лесничество» за 2023 год. – Якутск: Департамент по лесным отношениям РС(Я), 2024. – 45 с. (Официальные данные лесного реестра и отчёта о лесовосстановлении).

9. Силин А.Е., Данилин А.В. Лесоведение и лесоводство. – М.: Академия, 2011. – 336 с.

10. Санников С.Н., Тарасов К.К. Влияние зарастания вырубок травянистой растительностью на естественное возобновление леса // Лесное хозяйство. – 2000. – № 3. – С. 28–30.

11. Alexander H.D., Mack M.C. Impacts of increased soil burn severity on larch forest regeneration on permafrost soils of far northeastern Siberia // Forest Ecology and Management. – 2018. – Vol. 417. – P. 144–152.

References

1. Forest Plan of the Republic of Sakha (Yakutia) for 2019–2028. Approved by the Order of the Government of the Republic of Sakha (Yakutia) No. 700-r of December 4, 2019. [Electronic resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/570766018> (accessed: 07.04.2025).

2. Nokhsorov V.V., Tatarinova T.D., Dudareva L.V., Semenova N.V., Maximov T.C. Lipid Profile of *Larix cajanderi* Mayr in Adaptation to Natural Conditions in the Cryolithozone. International Journal of Molecular Sciences. 2025; 26(1): 164.

3. State Report on the Condition and Use of Forests of the Russian Federation for 2021. Moscow: Federal Forestry Agency of Russia, 2022. 260 p.

4. Koshurnikova N.N., Zhuikov A.V. Forest regeneration processes on clearcuts and burns. Modern Problems of Science and Education. 2015; No.5. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21875> (accessed: 10.04.2025).

5. Pisarenko A.I. Sustainable forest regeneration – the basis of sustainable forest management. *Forestry Journal*. 2013; No.5: 2–5.
6. Ekimova D.V. Dynamics of natural regeneration in pine and spruce forest types. *Young Scientist*. 2020; No.24 (314): 137–139.
7. Regulations of the State Public Institution of the Republic of Sakha (Yakutia) "Suntarskoye Forestry". [Electronic resource]. URL: <https://minpriroda.sakha.gov.ru> (accessed: 05.02.2025).
8. Annual Report of the State Public Institution of the Republic of Sakha (Yakutia) "Suntarskoye Forestry" for 2023. Yakutsk: Department of Forestry Relations of the Republic of Sakha (Yakutia), 2024. 45 p.
9. Silin A.E., Danilin A.V. *Forest Science and Forestry*. Moscow: Akademiya, 2011. 336 p.
10. Sannikov S.N., Tarasov K.K. Influence of grassy vegetation overgrowth on natural forest regeneration. *Forestry Journal*. 2000; No.3: 28–30.
11. Alexander H.D., Mack M.C. Impacts of increased soil burn severity on larch forest regeneration on permafrost soils of far northeastern Siberia. *Forest Ecology and Management*. 2018; 417: 144–152.

© Николаева Ф.В., Николаев В.В., Васильев К.К., 2025. *International agricultural journal*, 2025, №3, 746-770

Для цитирования: Николаева Ф.В., Николаев В.В., Васильев К.К. Анализ естественного возобновления лиственницы на примере ГКУ РС(Я) «Сунтарское лесничество»// *International agricultural journal*, 2025, №3, 746-770