

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2024. № 1(74). С. 113–122.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2024;1(74):113–122.

Научная статья

УДК 630*233:630*231:582.475.4

doi: 10.34655/bgsha.2024.74.1.014

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ КЕДРА СИБИРСКОГО НА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

Николай Владимирович Танцырев

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Российская Федерация

89502076608@mail.ru

Аннотация. Проведено исследование естественного возобновления кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в северной части Среднего Урала на участках с полностью трансформированной в результате техногенного воздействия средой. Пробные площади заложены на полигоне, вышедшем из-под открытой золотодобычи с проведенной механической рекультивацией, на магистральном действующем газопроводе, на минерализованной противопожарной полосе и на погрузочных площадках вырубок в четырех типах леса с проведенной бульдозерной планировкой и раскорчевкой их территории. На погрузочных площадках размером 70–100х30 м (площадь 0,2–0,3 га) и на противопожарной полосе шириной 6 м, проложенной бульдозером при локализации пожара, отмечено обильное возобновление кедра сибирского (1,6–7,6 тыс. экз./га). На полигоне шириной 200 м, вышедшем из-под открытой золотодобычи, и на магистральном газопроводе шириной 180 м общее количество подроста кедра незначительно (0,14–0,38 тыс. экз./га). На погрузочных площадках и противопожарной полосе всходы и подрост кедра размещены относительно равномерно. На полигоне единичные «гнезда» подроста кедра встречаются на расстоянии до 30 м, на газопроводе – до 65 м от границы нарушенной территории. Наибольшее его количество (70–79%) средней плотностью 0,4–1,0 тыс. экз./га сосредоточено не далее 5–15 м от границ нарушенных участков. Количество подроста и всходов не зависит от расстояния до ближайших (до 800 м) вероятных источников семян. Предполагается, что тонкоклювая кедровка (*Nucifraga caryocatactes macrorhynchos* Brehm С. L.) – основной разносчик семян кедра, не адаптирована к не привычным для нее условиям обширных нарушенных техногенных территорий. Привлекательной для создания кедровкой запасов семян может быть лишь часть их территорий не далее 15 м от их границ, а также небольшие (до 0,3 га) шириной до 30 м нарушенные участки среди привычных для нее лесных условий.

Ключевые слова: *Pinus sibirica*. подрост, Урал, техногенные территории, кедровка

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанический сад УрО РАН

Original article

SOME FEATURES OF NATURAL RENEWAL OF SIBERIAN STONE PINE ON DISTURBED LANDS

Nikolay V. Tantsyrev

Botanical Garden, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

89502076608@mail.ru

Abstract. A study of the natural regeneration of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) in the northern part of the Middle Urals in areas with a completely transformed environment as a result of man-made impact was carried out. The test areas were laid on a landfill that came out from under open-pit gold mining with subsequent mechanical reclamation, on a main operating gas pipeline, on a mineralized fire-fighting strip and on loading sites of cuttings in four types of forest, with bulldozer leveling and uprooting of the territory. Abundant renewal of Siberian stone pine (1.6–7.6 thousand copies/ha) was observed on loading sites with a size of 70–100x30 m (an area of 0.2–0.3 ha) and on a 6-m wide fire-fighting strip laid by a bulldozer during fire localization. At a 200 m wide landfill that came out from under open-pit gold mining, and on a 180 m wide main gas pipeline, the total amount of Siberian stone pine undergrowth is insignificant (0.14–0.38 thousand copies/ha). Siberian stone pine seedlings and undergrowth are placed relatively evenly on loading sites and the fire-fighting strip. At the landfill, single “nests” of its undergrowth are found at a distance of up to 30 m, on the gas pipeline – up to 65 m from the border of the disturbed territory. But the largest amount of it (70-79%), with an average density of 0.4–1.0 thousand copies/ha, is concentrated no further than 5-15 m from the border of the disturbed territory. The number of undergrowth and seedlings does not depend on the distance to the nearest (up to 800 m) probable seed sources. It is assumed that the thin-billed nutcracker (*Nucifraga caryocatactes macrorhynchos* Brehm C. L.), the main carrier of Siberian stone pine seeds, is not adapted to the conditions of vast disturbed technogenic territories unusual for it. Only a part of the territories no further than 30-65 m from their borders, as well as small (up to 0.2–0.3 hectares) with a width of up to 30 m disturbed areas among the forest conditions familiar to it, can be attractive for the creation of seed stocks.

Keywords: *Pinus sibirica*; undergrowth; Urals; technogenic territories; nutcracker

Acknowledgments: The work was carried out within the framework of the state task of the Federal State Budgetary Institution of Science Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Введение. В результате добычи полезных ископаемых, строительства линейных и площадных объектов происходит полная трансформация среды: уничтожение растительности, перемешивание почвенных горизонтов, вынос на поверхность скальных пород и т.д. Некоторая подобная локальная трансформация лесной среды возможна и в процессе заготовки древесины в летнее время при создании дорог, погрузочных площадок, временных складов.

В литературе широко представлены технологии рекультивационных работ и результаты искусственного лесовозобновления на различных видах техногенных территорий [1–6]. Проводимые в различных регионах исследования процессов естественного восстановления растительного покрова показали, что на нарушенных техногенных землях в ряде случаев происходит обильное накопление подроста лесобразующих видов [7–10], в первую очередь, сосны (*Pinus sylvestris* L.) и березы (*Betula pendula* Roth). При этом в редких сообщениях лишь констатировались случаи крайне слабого возобнове-

ния кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) и близкородственных видов (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc. и *Pinus pumila* (Pall.) Regel) на промышленных отвалах и других нарушенных землях [9; 11–13]. С другой стороны, отмечалась частая встречаемость всходов кедра по бровкам лесовозных дорог и на минерализованных участках вырубках с механически удаленным органомным горизонтом почвы [14–16]. Главной особенностью возобновления кедра сибирского является целенаправленный занос его семян тонкоклювой кедровкой (*Nucifraga caryocatactes macrorhynchos* Brehm C.L.) на участки с конкретными условиями [15; 17]. Применение разработанного на основании этих сообщений метода содействия естественному возобновлению кедра путем равномерного создания на вырубках минерализованных площадок [15] оказалось вполне результативным. Опыты создания лесных культур кедра сибирского на нарушенных разработкой месторождений полезных ископаемых землях также дали положительный результат [4; 18; 19]. В целом же естественное возобновление

кедра сибирского по минерализованной поверхности нарушенных территорий почти не изучено.

Цель данной работы – изучение и сравнительный анализ естественного возобновления кедра сибирского на участках с полностью трансформированной в результате техногенного воздействия средой на Среднем Урале.

Объекты и методы. По общепринятому лесорастительному районированию район исследований, расположенный в северной предгорно-низкогорной части восточного макросклона Среднего Урала (Новолялинское лесничество Свердловская область), относится к Уральской горно-лесной области Среднеуральской низкогорной провинции, среднетаежному округу. Изучение естественного возобновления кедра и сопутствующих древесных растений проводилось на нескольких нарушенных техногенных участках на высоте 200–350 м н.у.м., отличающихся своим происхождением, назначением, размерами и элементами рельефа. Для сравнения интенсивности возобновления пробные площади заложены на полигоне, вышедшем из-под открытой золотодобычи (ЗП), на действующем магистральном газопроводе (ГП), на минерализованной противопожарной полосе (МП) и на четырех погрузочных площадках вырубок (ПП) в разных типах леса с проведенной бульдозерной планировкой их территории (табл. 1). Объединяет все пробные площади сплошная минерализация их поверхности с раскорчевкой. Поверхность представлена легким и средним щебнистым суглинком с разной степенью выходов каменистых горных пород.

На полигоне (ЗП) протяженностью несколько километров и шириной до 220–300 м после открытой разработки месторождения золота семь лет назад была проведена сплошная механическая рекультивация с выравниванием территории. От непосредственно примыкающего древостоя в разнотравном типе леса с участием семеносящих деревьев кедра (состав 3К3С3Е1Б ед. Л, Ос, сумма площадей сечений 32,7 м²/га), сформировав-

шегося на вырубке 45–50-летней давности, поперек полигона двенадцатью параллельными рядами заложено 107 учетных площадок размером 5х5 м. Расстояние между рядами 50 м, между площадками в ряду – 20 м. С противоположной стороны местами на расстоянии до 50 м до стены леса, представленной 85-летним послепожарным сосняком разнотравным (состав 7С1Л2Б ед. Е, сумма площадей сечений 40,7 м²/га), часть территории не нарушена. Площадки здесь не закладывались.

На магистральном газопроводе (ГП) шириной 200 м все строительно-монтажные работы были закончены семь лет назад. Над закопанными в специальных траншеях трубопроводами, по которым осуществляется прокачка газа, образовались параллельные валы из смеси скальных пород, песка, глины и щебня высотой до 1–2 м и расстоянием между их гребнями около 20 м. Поперек газопровода шестью параллельными рядами заложены 42 учетные площадки размером 5х5 м. Расстояние между рядами 50 м, между площадками в ряду – 20 м. С обеих сторон газопровода часть территории на расстоянии 10 м от стен леса также не нарушена. Закладка учетных площадок начиналась с расстояния 20 м от стены леса или 10 м от границы трансформированной территории. Рассматриваемый участок ГП с обеих сторон граничит с 70-летним сосняком ягодниково-зеленомошным (состав древостоя 5С1Л4Б сумма площадей сечений 34,2 м²/га). Ближайшие группы деревьев кедра (источники семян) расположены на расстоянии около 500 м.

Минерализованная полоса (МП) шириной 6 м и глубиной до 30 см была проложена бульдозером при локализации лесного пожара в начале лета семь лет назад. Рассматриваемый участок протяженностью около 1 км располагается частично под пологом 150-летнего ельника-кедровника мшисто-травяно-папоротникового (состав 6Е2К2П сумма площадей сечений 38,5 м²/га) на возобновившейся вырубке 20-летней давности и на территории слабовозобновившейся гари

12-летней давности. На полосе в один ряд через каждые 25 м заложено 32 учётные площадки размером 5х5 м.

На погрузочных площадках (ПП) размером 70–100х30 м площадью 0,2–0,3 га, расположенными рядом с древостоями, была осуществлена планировка территории бульдозером с удалением верхних горизонтов почвы на глубину до 20–30 см. Все работы, связанные с заготовкой и отгрузкой древесины, здесь были закончены примерно к середине лета, т.е. до начала сезона заготовки и разноса кедровками семян кедра. Пробные площади были заложены в середине лета следующего года. На каждой ПП двумя параллельными рядами через 10 м заложено по 10 учётных площадок размером 5х5 м.

На каждой учётной площадке выполнен количественный учет всех древесных растений, определен их возраст и высота, видовой состав и степень проективного покрытия (по шкале 10%) другой растительности и напочвенной среды. Численность подроста кедра определялась по двум параметрам: количеству характерных плотных групп («гнезд») подроста, проросших из неиспользованных кедровкой кладовок, и количеству особей в них.

Результаты и обсуждение. На территории полигона (ЗП) произошло восстановление местами довольно плотных травяных сообществ общим проективным покрытием $61,9 \pm 2,9\%$ и локальное разрастание кустарников ($3,0 \pm 0,9\%$). На магистральном газопроводе (ГП) общая степень проективного покрытия трав составляет $40,0 \pm 6,7\%$, кустарников – $12,5 \pm 4,9\%$. Одновременно происходило ежегодное накопление подроста древесных растений, в основном, сосны (2,7–3,6 тыс. экз./га) средней высотой 37 см (табл. 1). На обеих пробных площадях ей значительно уступает количество подроста лиственницы (*Larix Sukaczewii* Dul.) средней высотой 79 см (0,2–0,4 тыс. экз./га), березы (0,4–0,6 тыс. экз./га) средней высотой 61 см и на ЗП ели (*Picea obovata* Ledeb) средней высотой 18 см и ивы козьей (*Salix caprea* L.) средней высотой

126 см (0,4 тыс. экз./га). Общее количество «гнезд» подроста кедра 3-6-летнего возраста на ЗП всего 0,06 тыс. «гнезд»/га с общей численностью 0,14 тыс. экз./га. Преобладают 3-летние «гнезда» (57%). Всходов прошлого и текущего года не обнаружено. На ГП – 0,15 тыс. «гнезд»/га общей численностью 0,38 тыс. экз./га. Здесь преобладают «гнезда» 6-летнего возраста (31%), а 2- и 5-летние не встречаются. На относительно ровной территории ЗП подрост древесных растений размещен почти повсеместно. Поселение их на территории ГП происходит на валах, образованных над засыпанными трубопроводами. Между ними растительность, в том числе травы, отсутствует или фрагментарна из-за сильного уплотнения грунта тяжелой техникой.

На МП средняя численность подроста кедра 1,4 тыс. экз./га в 0,7 тыс. «гнезд»/га. При этом количество «гнезд» подроста на учётных площадках колеблется от 0 до 5 как под пологом спелого древостоя ельника-кедровника мшисто-травяно-папоротникового, так и на расстоянии до 300 м от него. Количество подроста ели при средней численности 2,9 тыс. экз./га на учётных площадках возле древостоя и под его пологом достигает 35 экз., пихты (*Abies sibirica* Ledeb) при средней численности 1,0 тыс. экз./га – 25 экз. В отличие от кедра, с увеличением расстояния от древостоя количество их подроста резко снижается (максимум до трёх). Наибольшее количество всходов кедра (43%) появилось на следующий год после прокладки полосы, после чего отмечен спад и прекращение возобновления к пятому году. Это могло быть вызвано некоторым разрастанием вейника (*Calamagrostis arundinacea*) общим проективным покрытием $25,0 \pm 4,47\%$. На всех трех нарушенных территориях «гнезда» подроста кедра 3–6-летнего возраста состоят из 1–8 экз. Средняя его высота к 6-летнему возрасту достигает $33 \pm 1,4$ см с последним вертикальным приростом терминального побега $9,3 \pm 1,4$ см, не отличаясь от интенсивности роста на моховом субстрате гарей и вырубок [15].

Таблица 1 – Условия возобновления и количество древесных растений на пробных площадях

НТ	Ширина НТ, м	Стена леса СД тип леса	LK, м	Степень проективного покрытия, %			Численность древесных растений, тыс. экз./га				
				KB	ПО	ТР	К*	С Л	Е П	Б Ос	Ив Рб
ЗП	200	<u>3К3С3Е1Б</u> С ртр	0-200	1,4	-	61,9	<u>0,06</u> 0,14	<u>2,7</u> 0,2	<u>0,2</u> ед	<u>0,6</u> ед	<u>0,4</u> -
ГП	180	<u>5С1Л4Б</u> С яг-зм	500	27,6	-	40,0	<u>0,15</u> 0,38	<u>3,6</u> 0,4	-	<u>0,4</u> -	-
МП	6	<u>6Е2К2П</u> Е мш-тр-п	0-300	13,7	-	25,0	<u>0,7</u> 1,4	-	<u>2,9</u> 1,0	<u>0,3</u> -	<u>1,2</u> 0,2
ПП	30	<u>5С2Е1К2Б</u> С дм-сф	0-30	9,8	24,0	4,4	<u>0,8</u> 2,9	<u>5,3</u> 1,1	<u>0,7</u> 0,1	<u>1,3</u> -	<u>1,2</u> -
ПП	30	<u>4С2Л3Б1Ос</u> С яг-зм	700	2,8	9,3	4,1	<u>2,5</u> 7,6	<u>7,8</u> 4,4	<u>0,7</u> 0,5	<u>1,4</u> 0,4	<u>0,3</u> 0,2
ПП	30	<u>6Б2Ос1С1Л</u> С тр-зм	800	10,6	12,0	5,8	<u>0,6</u> 1,8	<u>2,9</u> 2,0	<u>0,1</u> -	<u>1,4</u> 1,0	-
ПП	30	<u>6Е2П1К1Б</u> Е мш-тр-п	0-30	3,9	12,9	2,6	<u>0,9</u> 1,6	-	<u>1,6</u> 0,3	<u>0,6</u> -	<u>0,1</u> 0,2

НТ – нарушенная территория; ПП – погрузочная площадка; МП – минерализованная противопожарная полоса; ЗП – полигон, вышедший из-под разработки месторождения золота; ГП – действующий магистральный газопровод. СД – состав примыкающего к пробным площадям древостоя; LK – расстояние до ближайшего источника семян кедра, м; KB – каменные скальные выходы; ПО – порубочные остатки; ТР – травянистая растительность; К* – кедр (над чертой – количество «гнезд», под чертой – количество экз.); С – сосна; Л – лиственница; Е – ель; П – пихта; Б – береза; Ос – осина; Ив – ива козья; Рб – рябина. Типы леса: С дм-сф – сосняк долгомошно-сфагновый; С яг-зм – сосняк ягодниково-зеленомошный; С тр-зм – сосняк травяно-зеленомошный; Е мш-тр-п ельник мшисто-травяно-папоротниковый; С ртр – сосняк разнотравный

На трех ПП также численно преобладают всходы сосны (2,9–7,8 тыс. экз./га) и лиственницы – 1,1–4,4 тыс. экз./га. На МП и ПП в ельнике мшисто-травяно-папоротниковом, где рядом нет соответствующих обсеменителей, их всходы не встречаются, а преобладает ель – 1,6–2,9 тыс. экз./га (табл. 1). На других ПП количество всходов ели и пихты не более 0,7 тыс. экз./га. Количество всходов мелколиственных (0,4–1,4 тыс. экз./га) даже рядом с древостоями-обсеменителями сравнительно невысоко. Наибольшее количество всходов кедра (7,6 тыс. экз./га в 2,5 тыс. «гнезд»/га) отмечено на ПП в сосняке ягодниково-зеленомошном, где ближайшие возможные источники семян в виде групп деревьев встречаются не ближе 700 м. Оно значительно превышает количество на ПП в сосняке долгомошно-сфагновом (2,9 тыс. экз./га в 0,8 тыс. «гнезд»/га) и ельнике мшисто-травяно-

папоротниковом (1,6 тыс. экз./га в 0,9 тыс. «гнезд»/га), непосредственно расположенных возле древостоев с участием в составе деревьев кедра, и в сосняке травяно-зеленомошном (1,8 тыс. экз./га в 0,6 тыс. «гнезд»/га), где возможные деревья-обсеменители встречаются на расстоянии около 800 м (табл. 1). На ПП «гнезда» всходов размещены относительно равномерно. Травянистая растительность здесь фрагментарна (общая степень проективного покрытия 2,6–5,8%), но на количество «гнезд» отрицательно могла повлиять разная степень захламленности порубочными остатками и выходов каменных горных пород. На ПП в сосняке ягодниково-зеленомошном при максимальном количестве «гнезд» (2,5 тыс. «гнезд»/га) захламленность (9,3%) и скальные выходы (2,8%) минимальны. На трех других ПП при количестве 0,6–0,9 тыс. «гнезд»/га степень захламленности

составляет 12–24%, каменистых выходов – 3,9–10,6% (табл. 1). Количество всходов в «гнезде», в том числе погибших, колеблется от 1 до 11, в среднем, $3,1 \pm 0,2$ экз./гн. От 50 до 86% погибших всходов было вырвано птицами в инициальной стадии прорастания, когда нераскрывшиеся семядоли несли на себе оболочки семян и воспринимались птицами, как цельные семена.

На ЗП и ГП наблюдается снижение количества подроста кедра, как и других древесных растений, от периферии к их осевой части (рис. 1). На ЗП (рис. 1а) единичные «гнезда» подроста кедра встречаются на расстоянии до 30 м от грани-

цы нарушенного участка и предполагаемых источников семян. Наибольшее их количество (около 79%) плотностью 0,9 тыс. экз./га в 0,4 тыс. «гнезд»/га сосредоточено не далее 5 м от границы нарушенного участка. На ГП (рис. 1б) единичное «гнездо» с шестью всходами текущего года и единичные экземпляры подростка 6-летнего возраста обнаружены на расстоянии до 75 м от стен леса или 65 м от границы нарушенной территории. Но большая часть подроста (около 70%) плотностью 0,5–1,0 тыс. экз./га в 0,3–0,4 тыс. «гнезд»/га сосредоточена на расстоянии 10–15 м от границы или 20–25 м от стены леса.

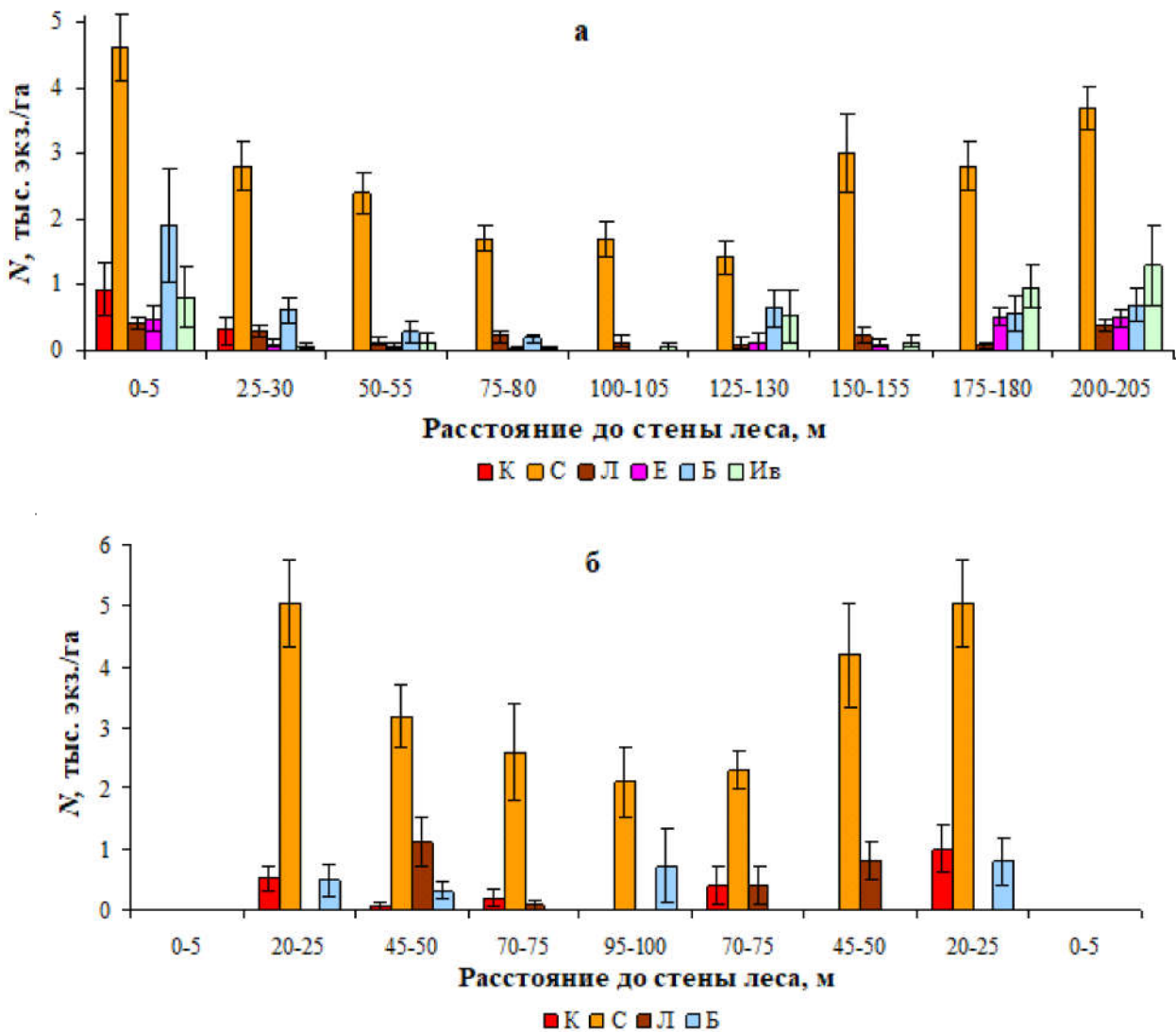


Рисунок 1. Размещение количества подроста (N тыс. экз./га) древесных растений с ошибками средних величин ($\pm m$) в зависимости от расстояния до стены леса (м) по профилю нарушенных территорий разработки месторождения золота (**а**) и магистрального газопровода (**б**)

Кедровка создает запасы семян часто на значительном расстоянии от их источников [20–22], что подтверждает повсеместная встречаемость подростка кедра в пределах его ареала. По некоторым данным она использует до 85% своих запасов [20]. Находит их, ориентируясь по расположению деревьев, кустов, пней, камней, лежащих стволов [20; 23]. Предположительно, из-за промерзания минерального горизонта почвы кедровки могут добывать созданные в нем кладовки только весной после его оттаивания [24]. Вероятно, значительная часть кладовок семян на ПП в сосняке долгомошно-сфагновом и ельнике мшисто-травяно-папоротниковом была использована кедровками весной в период выкармливания птенцов, гнездящихся, как правило, в темнохвойно-кедровых древостоях. Значительно большее количество «гнезд» всходов кедра на ПП в сосняке ягодниково-зеленомошном, возможно, связано с менее интенсивным использованием запасов из-за удаленности их от местообитания в гнездовой период (табл. 1).

Можно предположить, что крайне низкая встречаемость подростка кедра на ЗП и ГП связана с недостаточной рыхлостью субстрата [20] для создания кладовок. С другой стороны, из-за открытости данных экотопов всходы могли быть легко обнаружены и уничтожены птицами на стадии их прорастания, как на ПП. Но в таком случае единичные экземпляры подростка кедра встречались бы по всей территории. По некоторым наблюдениям перед закладкой семян кедровка осматривается с деревьев или других возвышенностей, вероятно, чтобы удостовериться в отсутствии опасности или конкурентов, способных расхитить ее запасы [25]. На гарях для этого использует оставшийся после пожара сухостой, а на вырубках – тонкомер, крупный подрост и кусты, которые служат также ориентирами для отыскания запасов [20; 23]. Размещение подростка кедра по территории гарей и вырубок связано с определенным типом почвенного субстрата и растительного покрова, независимо от расстояния до стен

леса [15]. Нарушенные техногенные территории осматривать птицы могут только с периферийных деревьев. В какой-то мере на ГП кедровкам для обзора и в качестве ориентиров могут служить возвышенности из скальных пород (степень участия $27,6 \pm 4,0\%$) на гребнях валов, как например, в горной тундре [22]. С этим, возможно, связано несколько большее количество подростка кедра, чем на ЗП, где при относительно ровной однородной поверхности каких-либо возвышенностей и, соответственно, четких ориентиров для создания и отыскания запасов нет.

Предполагается, что за длительный период коэволюции с кедром кедровка в создании своих запасов адаптировалась к условиям стихийных гарей и другим открытым естественным экотопам и оказалась преадаптированной к условиям вырубок [15], появившихся сравнительно недавно, но где частично сохраняется привычная для нее лесная среда. При этом участки небольших размеров с обнаженным минеральным горизонтом почвы на вырубках и гарях оказались привлекательными для создания запасов. Промышленная разработка месторождений полезных ископаемых на Урале и в Сибири началась около 300 лет назад. Но история формирования обширных нарушенных техногенных территорий с полностью трансформированной средой и разнообразным по своей форме и протекающим восстановительным процессом, насчитывает не более 100 лет и связана с появлением тяжелой землеройной и большегрузной техники. Поэтому справедливо было бы предположить, что кедровка не успела за столь относительно короткий период адаптироваться к непривычным для нее условиям обширных техногенных территорий. В какой-то мере привлекательной для кедровки в создании запасов можно рассматривать лишь их часть не далее 30–60 м от границы с привычными лесными условиями.

Заключение. На всех рассматриваемых нарушенных техногенных территориях наблюдается успешное естественное возобновление анемохорных лесоб-

разующих древесных растений при близком расположении соответствующих обсеменителей. Обильное возобновление кедра сибирского с относительно равномерным размещением его подроста по площади наблюдается только на погрузочных площадках размером 70–100х30 м и на противопожарной минерализованной полосе шириной 6 м, независимо от расстояния до ближайших источников его семян (до 800 м). В отличие от таких небольших участков, на полигоне, вышедшем из-под золотодобычи, и на магистральном газопроводе, которые представляют собой широкие (180–200 м) полосы с транс-

формированной минерализованной поверхностью, общее количество подроста кедра сибирского незначительно. Немногочисленные «гнезда» его подроста встречаются, в основном, на расстоянии до 5–15 м от границ участков, единично – не далее 30 м. Поэтому можно предположить, что кедровка охотно создает кормовые запасы на относительно небольших участках (до 0,3 га) с минерализованной поверхностью, а условия обширных нарушенных территорий для нее непривлекательны, возможно, из-за отсутствия выраженных привычных ориентиров для создания и поиска запасов.

Список источников

1. Вараксин Г.С., Кузнецова Г.В., Евграфова С.Ю., Шапченкова О.А. Опыт биологической рекультивации техногенных ландшафтов в Норильском промышленном районе // Сиб. экол. журн. 2014. № 6. С. 1039–1047. EDN: TAKBWR
2. Zhou W., Yin W., Peng X., Liu F., Yang F. Comprehensive Evaluation of Land Reclamation and Utilisation Schemes Based on a Modified VIKOR Method for Surface Mines // International Journal of Mining, Reclamation and Environment. 2018. Vol. 32. Iss. 2. Pp. 93–108. doi: 10.1080/17480930.2016.1228031
3. Залесов С.В., Оплетаяев А.С., Терин А.А. Формирование искусственных насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на рекультивированном золоотвале // Аграрный вестник Урала. 2016. № 8 (150). С. 15–23. EDN: WXBAACL
4. Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации песчаных карьеров / Д.И. Павленко, М.С. Малая, К.А. Башегуров, Р.А. Осипенко, Л.А. Белов // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 2. С. 19–26. EDN: VCJGQC. doi: 10.51318/FRET.2022.44.46.003
5. Сунгурова Н.Р., Попкова И.А. Продуктивность сосновых насаждений при рекультивации песчаных карьеров // Известия вузов. Лесной журнал. 2022. № 2. С. 50–58. EDN: VGVZEEZ. doi: 10.37482/0536-1036-2022-2-50-58
6. Петров А.И., Залесов С.В., Котова В.С. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной на дражных отвалах // Сибирский лесной журнал 2023. № 3. С. 15–20. EDN: TIMIJO. doi: 10.15372/SJFS20230302
7. Куприянов А.Н., Мананов Ю.А. Закономерности восстановления растительного покрова на отвалах Кузбасса // Сибирский лесной журнал. 2016. № 2. С. 51–58. EDN: VXVYSH. doi: 10.15372/SJFS20160205
8. Залесов С.В., Зарипов Ю.В., Залесова Е.С. Естественная рекультивация вскрышных пород и отходов обогащения асбестовой руды // Аграрный вестник Урала. 2017. № 3 (157). С. 35–38. EDN: YPLGCB
9. Климова О.А., Куприянов А.Н. Влияние экологических условий на занос семян и лесовозобновление на отвалах угольных разрезов Кузбасса // Сибирский лесной журнал. 2018. № 5. С. 45–53. EDN: YOGLNR. doi: 10.15372/SJFS20180504
10. Зарипов Ю.В., Залесов С.В., Залесова Е.С., Попов А.С., Платонов Е.П., Стародубцева Н.И. Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста // Известия вузов. Лесной журнал 2021. № 5. С. 22–33. EDN: FGCJCO. doi: 10.37482/0536-1036-2021-5-22-33.
11. Ивакина Е.В., Осипов С.В. Естественное и искусственное лесовосстановление в горнопромышленных ландшафтах Дальнего Востока России // Сибирский лесной журнал 2016. № 2. С. 6–21. EDN: VXVYQT. doi: 10.15372/SJFS20160201
12. Седых В.Н. Техногенные леса на нарушенных землях Западной Сибири // Сибирский лесной журнал 2016. № 2. С. 43–50. EDN: VXVYRX. doi: 10.15372/SJFS20160204
13. Андриянова Е.А., Докучаева В.Б. Сосудистые растения отвалов золотодобычи магаданской области // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2020. № 4. С. 70–81. EDN: KQLZQU. doi: 10.34078/1814-0998-2020-4-70-81.
14. Санников С.Н., Санникова Н.С., Петрова И.В. Естественное лесовозобновление в Западной Сибири. (Эколого-географический очерк.) Екатеринбург: УрО РАН, Ботанический сад. 2004. 194 с. EDN: QKXBEF

15. Танцырев Н.В. Лесоводственно-экологический анализ естественного возобновления кедрового бора на сплошных гарях и вырубках в горных лесах Северного Урала: дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург: 2012. 215 с. EDN: QFVVHT
16. Приходько О.Ю., Фёдоров О.Р., Бычкова Т.А. Естественное лесовозобновление после выборочных рубок в лиственничных лесах Приморского края // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер: Лес. Экология. Природопользование. 2021, № 4 (52). С. 32–41. EDN: FETTJK. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.4.32
17. Танцырев Н.В. Анализ размещения кедровой кладовки семян кедрового бора по следам их зимнего использования // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2020, № 3 (60). С. 117–125. EDN: OYJBTO. doi: 10.34655/bgsha.2020.60.3.018
18. Мурзакматов Р.Т., Шишкин А.С., Борисов А.Н. Особенности формирования насаждений на отвалах угольных разрезов в лесостепной зоне // Сибирский лесной журнал 2018. № 1. С. 37–49. EDN: YSUNTW. doi: 10.15372/SJFS20180104
19. Чернышенко О.В., Васильев С.Б. Особенности минерального питания хвойных древесных растений на промышленных отвалах Егорьевского месторождения фосфоритов // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2019. Т. 23. № 5. С. 46–53. EDN: WQLHVV. doi: 10.18698/2542-1468-2019-5-46-53
20. Воробьев В.Н. Кедровка и её взаимосвязи с кедром сибирским (Опыт количественного анализа). Новосибирск: Наука, 1982. 113 с.
21. Schaming T.D., Sutherland C.S. Landscape-and local-scale habitat influences on occurrence and detection probability of Clark's nutcrackers: Implications for conservation // PLoS ONE. 2020. Vol. 15(5). e0233726.
22. Ivanova N., Tantsyrev N., Li G. Regeneration of *Pinus sibirica* Du Tour in the Mountain Tundra of the Northern Urals against the Background of Climate Warming // Atmosphere. 2022. Vol. 13. Pp. 1196–1209. doi: 10.3390/atmos13081196
23. Bednekof P.A., Balda R.P. Clark's nutcracker spatial memory: The importance of large, structural cues // Behavioural Processes. 2014. Vol. 102. Pp. 12-17. doi: 10.1016/j.beproc.2013.12.004
24. Goroshkevich S, Velisevich S, Popov A, Khutornoy O, Vasilyeva G. 30-year cone production dynamics in Siberian stone pine (*Pinus sibirica*) in the southern boreal zone: a causal interpretation // Plant Ecology and Evolution. 2021. 154 (3). Pp. 321-331. doi: 10.5091/PLECEVO.2021.1793
25. Tornick J.K., Rushia S.N., Gibson B.M. Clark's nutcrackers (*Nucifraga columbiana*) are sensitive to distance, but not lighting when caching in the presence of a conspecific // Behavioural Processes. 2016. Vol. 123. Pp. 125-133. doi: 10.1016/j.beproc.2015.10.023

References

1. Varacsin G.S., Kuznetsova G.V., Evgrafova S.Yu., Syapchenkova O.A. Biological recultivation of technogenic landscapes in Norilsk Industrial Region. *Contemporary Problems of Ecology*. 2014;6:1039–1047 (In Russ.)
2. Zhou W., Yin W., Peng X., Liu F., Yang F. Comprehensive evaluation of land reclamation and utilisation schemes based on a modified VIKOR method for surface mines. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*. 2018, Vol. 32. Iss. 2. Pp. 93–108. doi: 10.1080/17480930.2016.1228031
3. Zalesov S.V., Opletaev A.S., Terin A.A. Formation of artificial stands of common pine (*Pinus sylvestris* L.) on recultivated ash dump. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2016;8(150):15–23 (In Russ.)
4. Pavlenko D.I., Malaya M.S., Bashegurov K.A., Osipenko R.A., Belov L.A. The effectiveness of forestry direction in stand pit reclamation. *Forests of Russia and economy in them*. 2022;2:19–26 (In Russ.). doi: 10.51318/FRET.2022.44.46.003
5. Sungurova N.R., Popkova I.A. Productivity of pine plantations during reclamation of sand quarries. *Russian Forestry Journal*. 2022;2:50–58 (In Russ.). doi: 10.37482/0536-1036-2022-2-50-58
6. Petrov A.I., Zalesov S.V., Kotova V.S. An efficiency of creation of Scots pine forest crops on dredge dumps. *Sib. J. For. Sci*. 2023;3:15–20 (In Russ.) doi: 10.15372/SJFS20230302
7. Kupriyanov A.N., Manakov A.Yu. Regularities of restoration of plant cover on the dumps of the Kuznetsk Basin. *Sib. J. For. Sci*. 2016;2:51–58 (In Russ.). doi: 10.15372/SJFS20160205
8. Zalesov S.V., Zaripov Yu.V., Zalesova E.S. Natural recultivation of overburden genera and processes of asbestos ore enrichment. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017;3(157):35–38 (In Russ.)
9. Klimova O.A., Kupriyanov A.N. Influence of environmental conditions on seed infusion and forest regeneration at coal mine dumps of Kuzbass. *Sib. J. For. Sci*. 2018;5:45–53 (In Russ.). doi: 10.15372/SJFS20180504
10. Zaripov Yu. Zalesov S.V., Zalesova E.S., Popov A.S., Platonov E.P., Starodubtseva N.I. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) undergrowth on the dumps of the chrysotile asbestos deposit. *Russian Forestry Journal*. 2021;5:22–33 (In Russ.). doi: 10.37482/0536-1036-2021-5-22-33
11. Ivakina E.V., Osipov S.V. Natural and artificial reforestation in the mining landscapes of the Russian Far East. *Sib. J. For. Sci*. 2016;2:6–21 (In Russ.). doi: 10.15372/SJFS20160201
12. Sedykh V.N. Technogenic forests on the disturbed lands of Western Siberia. *Sib. J. of Forest Sci*.

2016;2:43–50 (In Russ.). doi: 10.15372/SJFS20160204

13. Andriyanova E.A., Dokuchaeva V.B. Ascular plants of gold mining dumps in Magadan oblast. Bulletin of the North-East Science Center. 2020. № 4. P. 70–81. EDN: KQLZQU. doi: 10.34078/1814-0998-2020-4-70-81 (In Russ.)

14. Sannikov S.N., Sannikova N.S., Petrova I.V. Natural forest regeneration in Western Siberia (ecologic-geographical essay). Ekaterinburg, Ural Branch RAS. 2004. 198 p. EDN: QKXBEF (In Russ.)

15. Tantsyrev N.V. Forestry and ecological analysis of natural regeneration of Siberian stone pine on fire scars and clearings in mountain forests of the Northern Urals. Extended abstract of candidate's thesis biol. sci. Ekaterinburg, 2012. 215 p. EDN: QFVVHT (In Russ.)

16. Prikhodko O.I., Fedorov O.R., Bychkova T.A. Natural forest regeneration after selective felling in larch forests of the Primorsky Territory. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest Ecology. Nature Management.* 2021; 4 (52). P. 32–41. EDN: FETTJK. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.4.32 (In Russ.)

17. Tantsyrev N.V. Analysis of placement of Siberian stone pine seeds storage by nutcracker in traces of their winter use. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov.* 2020;3(60):117-125 (In Russ.). doi: 10.34655/bgsha.2020.60.3.018

18. Murzakmatov R.T., Shishikin A.S., Borisov A.N. Specifics of stands formation at coalmine dumps in forest-steppe zone. *Sib. J. For. Sci.* 2018;1:37–49. (In Russ.) doi: 10.15372/SJFS20180104

19. Chernyshenko O.V., Vasilyev S.B. Mineral nutrition specificity of coniferous trees on industrial waste discharge of Egorievsk phosphorite deposit. *Forestry Bulletin.* 2019; Vol. 23. № 5. Pp. 46–53 (In Russ.). doi: 10.18698/2542-1468-2019-5-46-53

20. Vorobyov V.N. Nutcracker and its relationship with Siberian stone pine. (Experience in quantitative analysis.) Novosibirsk, Nauka. 1982. 113 p. (In Russ.)

21. Schaming T.D., Sutherland C.S. Landscape- and local-scale habitat influences on occurrence and detection probability of Clark's nutcrackers: Implications for conservation. *PLoS ONE.* 2020. Vol. 15(5). e0233726.

22. Ivanova N., Tantsyrev N., Li G. Regeneration of *Pinus sibirica* Du Tour in the mountain tundra of the Northern Urals against the background of climate warming. *Atmosphere.* 2022; Vol. 13:1196–1209. doi: 10.3390/atmos13081196

23. Bednekof P.A., Balda R.P. Clark's nutcracker spatial memory: The importance of large, structural cues. *Behavioural Processes.* 2014; Vol. 102:12-17. doi: 10.1016/j.beproc.2013.12.004

24. Goroshkevich S, Velisevich S, Popov A, Khutornoy O, Vasilyeva G. 30-year cone production dynamics in Siberian stone pine (*Pinus sibirica*) in the southern boreal zone: a causal interpretation. *Plant Ecology and Evolution.* 2021;154(3):321-331. doi: 10.5091/PLECEVO.2021.1793

33. Tornick J.K., Rushia S.N., Gibson B.M. Clark's nutcrackers (*Nucifraga columbiana*) are sensitive to distance, but not lighting when caching in the presence of a conspecific. *Behavioural Processes.* 2016, vol. 123. P. 125-133. doi: 10.1016/j.beproc.2015.10.023

Информация об авторах

Николай Владимирович Танцырев – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса.

Information about the authors

Nikolay V. Tantsyrev – Candidate of Science (Biology), Researcher, Laboratory of Population Biology of Woody Plants and Forest Dynamics.

Статья поступила в редакцию 04.09.2023; одобрена после рецензирования 27.10.2023; принята к публикации 07.12.2023.

The article was submitted 04.09.2023; approved after reviewing 27.10.2023; accepted for publication 07.12.2023.