

## Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация

Оригинальная статья

УДК 630\*57

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-113-119



### ОЦЕНКА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Голубев Дмитрий Андреевич**<sup>1,2✉</sup>, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, доцент  
ORCID: 0000-0001-9416-2913; Scopus AuthorID56039568200; РИНЦ AuthorID792537; SPIN-код 1928-8070; poet.golubev@mail.ru

**Гула Константин Евгеньевич**<sup>1</sup>, канд. хим. наук, старший научный сотрудник  
Scopus AuthorID56491172400; РИНЦ AuthorID617075; SPIN-код 5496-1228; konstantin2489@mail.ru

**Лашина Елена Викторовна**<sup>1</sup>, старший научный сотрудник  
РИНЦ AuthorID970758; SPIN-код 1777-5274; lena\_blednyh@mail.ru

**Колобанов Константин Александрович**<sup>1</sup>, научный сотрудник  
ORCID: 0000-0001-7286-2644; Scopus AuthorID57211208606; РИНЦ AuthorID934295; SPIN-код 1160-3545; kolobanov.92@mail.ru

**Иванова Анастасия Александровна**<sup>1,2</sup>, магистрант, техник  
tima48053155@mail.ru

<sup>1</sup> Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства; 680020, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, 71, Россия  
Far East Forestry Research Institute, Russia, 680020, Khabarovsk, 71 Volochaevskaya St.

<sup>2</sup> Тихоокеанский государственный университет; 680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136, Россия

**Аннотация.** Цель исследований – оценка эффективности создания лесных культур на территории Сахалинской области. В процессе выполнения работ проведен анализ состояния лесных культур, созданных на территории Сахалинской области. Изучены основные показатели роста культур (высота, диаметр, запас). Опыт искусственного восстановления в исследуемом регионе насчитывает почти 100 лет, а начиная с 60-х гг. прошлого века лесовосстановительные работы на острове были полностью механизированы. По состоянию на 2023 г. лесные культуры Сахалинской области расположены на площади 194,8 тыс. га и составляют 3,5% от занятых основными лесообразующими породами земель. Основными породами, используемыми для лесовосстановления, являются лиственница курильская, ель аянская и сосна обыкновенная. В результате оценки эффективности создания лесных культур отмечается, что наиболее целесообразно для искусственного восстановления лесов на территории Сахалинской области использовать лиственницу курильскую, так как она более эффективна в данных климатических условиях.

**Ключевые слова:** лесовосстановление, лесные культуры, ель аянская, сосна обыкновенная, лиственница курильская

**Формат цитирования:** Голубев Д.А., Гула К.Е., Лашина Е.В., Колобанов К.А., Иванова А.А. Оценка лесовосстановления на территории Сахалинской области // Природообустройство. 2023. № 2. С. 113-119. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-113-119.

© Голубев Д.А., Гула К.Е., Лашина Е.В., Колобанов К.А., Иванова А.А., 2023

Original article

### ASSESSMENT OF REFORESTATION IN THE SAKHALIN REGION

**Golubev Dmitry Andreevich**<sup>1,2✉</sup>, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Associate Professor  
ORCID: 0000-0001-9416-2913; Scopus AuthorID56039568200; RSCI AuthorID792537; SPIN code 1928-8070; poet.golubev@mail.ru

**Gula Konstantin Evgenjevich**<sup>1</sup>, Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher  
Scopus AuthorID56491172400; RSCI AuthorID617075; SPIN code 5496-1228; konstantin2489@mail.ru

**Lashina Elena Viktorovna**<sup>1</sup>, Senior Researcher

RSCI AuthorID970758; SPIN code 1777-5274; lena\_blednyh@mail.ru; 8924-219-67-99 Konstantin A. Kolobanov, 1 researcher;  
ORCID: 0000-0001-7286-2644; Scopus AuthorID57211208606; RSCI AuthorID934295; SPIN code 1160-3545; kolobanov.92@mail.ru

**Kolobanov Konstantin Alexandrovich**<sup>1</sup>, researcher

ORCID: 0000-0001-7286-2644; Scopus AuthorID57211208606; RSCI AuthorID934295; SPIN code 1160-3545; kolobanov.92@mail.ru

**Ivanova Anastasia Alexandrovna**<sup>1,2</sup>, master's student, technician

tima48053155@mail.ru

<sup>1</sup> Far Eastern Forestry Research Institute; 680020, Khabarovsk, Volochayevskaya, 71, Russia. Far East Forestry Research Institute, Russia, 680020, Khabarovsk, 71 Volochaevskaya St. Russia

<sup>2</sup> Pacific State University; 680035, Khabarovsk, 136, Tikhookeanskaya Str., Russia

**Annotation.** The purpose of the study is to evaluate the effectiveness of creating forest plantations in the Sakhalin Region. In the process of performing the work, the authors analyzed the state of forest plantations created on the territory of the Sakhalin Region. In the process of performing the work, the authors analyzed the state of forest plantations created on the territory of the Sakhalin Region. The high growth rates of crops (height, diameter, stock) were studied. The experience of artificial restoration in the study region has almost 100 years, and since the 60s of the last century, reforestation work on the island has been completely mechanized. To date, the forest plantations of the Sakhalin region are located on an area of 194.8 thousand hectares, and occupy 3.5% of the lands occupied by the main forest-forming species. The main species used for reforestation are larch Kuril (*Larix kurilensis*), Ayan spruce (*Picea jezoensis*) and Scotch pine (*Pinus sylvestris*). Currently, there is a shortage of available forestry fund in the region. As a result of evaluating the effectiveness of creating forest plantations, it is noted that it is most expedient to use Kuril larch for artificial reforestation in the Sakhalin Region, since it is more effective for these climatic conditions.

**Keywords:** reforestation, forest crops, Ayan spruce (*Picea jezoensis*), Scotch pine (*Pinus sylvestris*), Larch Kuril (*Larix kurilensis*)

**Format of citation:** Golubev D.A., Gula K.E., Lashina E V., Kolobanov K.A., Ivanova A.A. Assessment of reforestation in the Sakhalin region // *Prirodobustrojstvo*. 2023. No. 2. S. 113-119. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-113-119.

**Введение.** Остров Сахалин расположен у восточного побережья азиатской территории Российской Федерации. С севера и востока омывается водами холодного Охотского моря, с юго-запада – теплым Японским морем. Для острова характерен муссонный климат. Между севером и югом острова, западным и восточным побережьем и даже между внутренними частями наблюдаются существенные климатические различия [1].

Регион относится к Дальневосточному таежному лесному району.

В лесном фонде Сахалина преобладают хвойные породы. Большая часть хвойных пород Сахалина произрастает вдоль рек, на склонах сопкок крутизной более 30° и образует почвозащитные и водоохранные фитоценозы [2, 3].

До 1920 г. лесокультурные работы проводились только японцами и только на ограниченной территории. Вблизи г. Долинска было засеяно 5 га земли местными породами: ель аянская (*Picea jezoensis*), береза белая (*Betula alba*) и каменная (*Betula ermanii*), а также экзоты: лиственницы японская (*Larix kaempferi*) и ольгинская (корейская) (*Larix olgensis*), ель

обыкновенная (*Picea abies*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), сосна корейская (*Pinus koraiensis*), лиственница обыкновенная (*Larix decidua*) и некоторые другие древесные породы [4].

На советском Сахалине культуры производили главным образом путем посева, но довольно скоро выяснилось, что ввиду выжимания всходов, ожога корневой шейки и пересыхания в отдельные периоды верхнего горизонта почвы и в силу других причин метод посева не может дать положительных результатов. Особенно неблагоприятно этот метод сказывался на породах ели. Поэтому в 1934-1935 гг. было посеяно всего 200 га, а с 1936 г. посева леса на Сахалине вообще не было, и все работы по лесовосстановлению проводили только путем посадок [5, 6]. За это время лесные культуры были заложены на площади около 160 тыс. га, но к настоящему времени сохранилась лишь небольшая часть, так как к 1945 г. значительная доля их была уничтожена пожарами. В тот период создавали главным образом чистые культуры с густотой посадки около 3 тыс. мест на 1 га; значительно меньшие площади занимали посадки смешанные: из ели аянской и берез, лиственницы даурской и ели

аянской и др. Производилась посадка, как правило, крупномерным материалом: в возрасте 5-7 лет для ели, 2-4 года – для лиственницы и березы. Однако позднее стали высаживать и сеянцы темнохвойных пород [7].

В 1947 г. были приняты меры по усилению лесокультурных мероприятий. В этот период высаживали как лиственные, так и хвойные породы. Создавались преимущественно только чистые культуры, за исключением лиственницы, так как семена лиственницы японской и ольгинской (корейской) часто смешивали при заготовках [5, 6].

В это же время выяснилось, что хорошие результаты могут быть получены при осенних посадках хвойных пород. В ряде типов лесорастительных условий хорошо удавались посадки без предварительной обработки почвы или с обработкой почвы, но без последующих уходов, что позволяет упростить и удешевить работы по лесовосстановлению.

Начиная с 1960-х гг. механизированная подготовка почвы составляла уже 42-45% от общего объема работ. В 1965 г. успешно внедрялась лесопосадочная машина ЛМД-1 [6]. Однако наличие в лесокультурном фонде большого количества участков с крутыми склонами, в том числе в зеленых зонах городов, вызывало необходимость работы вручную.

На Сахалине на ровных площадях и склонах до 6° при подготовке почвы под лесные культуры обычно использовались плуги ПЛШ-1,2; ПКЛ-70 и машины для расчистки полос (МРП-2, РГ-1,4) для создания однорядных культур ели. При создании двухрядных культур на пластах ПЛП-135 или на полосах шириной 3-4 м, подготовленных корчевателями-собирающими или бульдозерами, на 1 га высаживалось 4,4 тыс. сеянцев или 2,2 тыс. саженцев. На склонах 7-12° расстояние между полосами составляло 6 м, густота – такая же. На склонах 13-35° бульдозеры и террасеры формировали террасы с шириной полотна 3,5-4,0 м, с густотой культур от 2,0 до 5,4 тыс. шт/га [8].

Наиболее активным периодом лесовосстановления в Сахалинской области были 1966-1981 гг. Сахалинская ЛОС совместно с лабораторией искусственного лесовосстановления ДальНИИЛХ на базе выполненных исследований и обобщения производственного опыта разработала целый ряд научных рекомендаций [8-11].

Значительные площади лесных культур были созданы под пологом леса, в основном в южных лесничествах. Также проводились мероприятия по реконструкции насаждений. Основные объемы по созданию реконструктивных

и подпологовых культур приходится на Южно-Сахалинское (их доля составляет 15%), Долинское (10%), Корсаковское (12%), Красногорское (10%), Макаровское (9%) и др. лесничества [3, 7].

В настоящее время больше всего создано культур сосны обыкновенной: площадь сомкнутых сосновых культур составляет 75,5 тыс. га. На втором месте находится ель аянская – 59,5 тыс. га. Лиственница курильская среди сомкнувшихся лесных культур занимает третье место. Исходя из этого целью исследований является оценка эффективности создания лесных культур на территории Сахалинской области.

#### **Материалы и методы исследований.**

Для решения поставленной цели изучены данные о производственных и опытных лесных культурах, участках с проведенными мероприятиями содействия естественному возобновлению леса, материалы лесоустройства лесничеств, источники литературы.

По архивным данным и источникам литературы были установлены происхождение посадочного материала, технология создания насаждений: способ подготовки почвы, время и способ посадки, возраст посадочного материала, размещение сеянцев на лесокультурной площади, тип смешения пород, приживаемость, дополнения, уход за почвой и насаждением, сведения об имевших место повреждениях культур вредителями и болезнями, низкими и высокими температурами, другими неблагоприятными факторами.

**Результаты и их обсуждение.** *Культуры сосны обыкновенной.* Лесные культуры сосны обыкновенной (рис. 1) создавались во всех лесничествах острова, на различных категориях земель (более 100 тыс. га). Результаты ее интродукции в различных лесорастительных условиях неоднозначны [3, 7, 9] (рис. 2).

По причине медленного роста сосны в северных лесничествах существует опасность уничтожения хорошо сохранившихся там 20-летних культур ввиду снежного шотте или «тепловых ожогов» в весенний период.

В южных лесничествах она повреждается мышевидными грызунами, и осенними, весенними циклонами с мокрым снегом. На ветроударных склонах и вдоль морского побережья часто наблюдается отмирание прироста последнего года, что зачастую приводит к кривизне стволов или многовершинности. По этим причинам культуры сосны обыкновенной рекомендуется создавать севернее линии Углегорск-Вахрушево, используя технологию, агротехнику, густоту,

рекомендованную для лесных культур лиственниц. Согласно полученным данным (рис. 2) лесные культуры сосны обыкновенной в условиях Сахалинской области в молодом возрасте растут

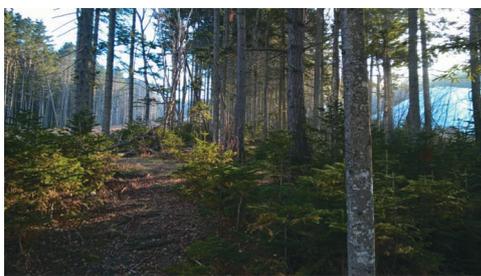


Рис. 1. Лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*)

Fig. 1. Forest crops of Scots pine (*Pinus sylvestris*)

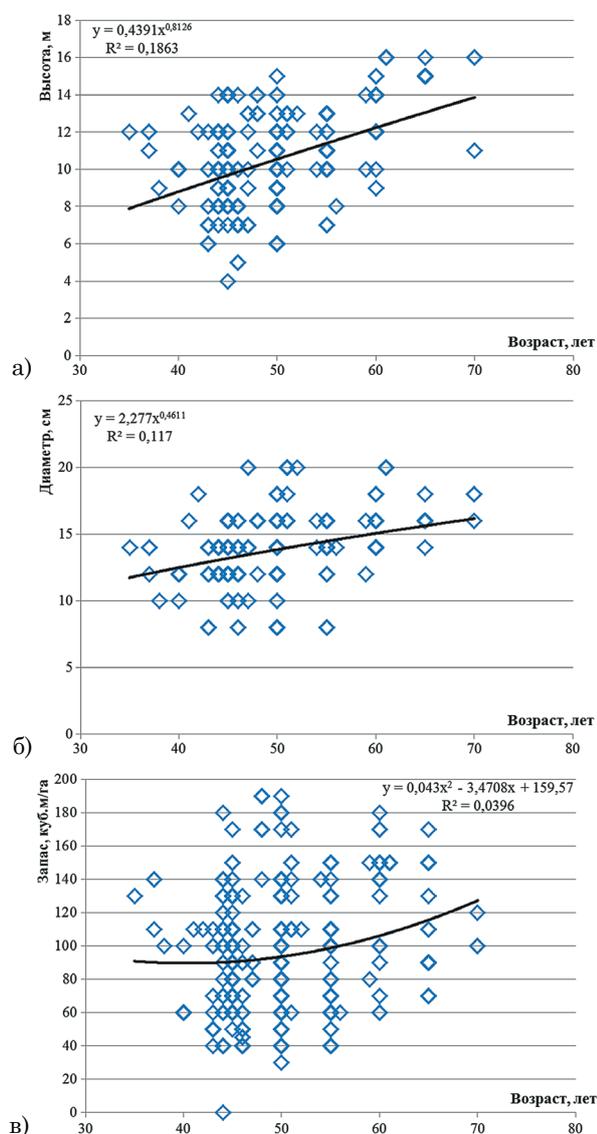


Рис. 2. Анализ роста лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*):

а) по высоте; б) по диаметру; в) по запасу

Fig. 2. Analysis of the growth of forest crops of Scotch pine (*Pinus sylvestris*):

а) by height; б) by diameter; c) by stock

медленно, в среднем развиваясь по IV классу бонитета.

**Культуры ели аянской.** Ель аянская (рис. 3) является одним из основных лесообразователей в центральных и южных лесничествах Сахалинской области. Ее культивируют на лесонепокрытых землях, не только возникших на месте темнохвойных лесов, но также вышедших из-под лиственничников разнотравных, зеленомошных и черничных, в которых происходит многовековая смена светлохвойных лесов ельниками [9].

Предпочтение культурам ели необходимо отдавать севернее перешейка Поясок (до 52° северной широты), где проходят границы Центрального и Южного лесорастительного районов. Также, учитывая климатические особенности западного и восточного побережий острова, ель лучше высаживать в Долинском лесничестве. К тому же для посадки ели более предпочтительно использовать склоны северных и восточных экспозиций [13-15].

Лесные культуры ели аянской в условиях Сахалинской области растут медленно, но достаточно равномерно, в среднем развиваясь по V классу бонитета и в возрасте 20 лет редко превышая высоту 2 м. К возрасту спелости в 101 год они достигают среднего диаметра в 24-28 см, запаса – 250-300 м<sup>3</sup>/га [12]. Анализ роста лесных культур ели, по данным материалов лесоустройства, представлен на графиках (рис. 4).

**Лиственница курильская.** Культуры лиственницы курильской (*Larix kurilensis*) (рис. 5) создавались на площадях, вышедших из-под лиственничников (вейниковый, разнотравный, черничный, зеленомошный типы леса), обычно приуроченных к пространствам Тьмь-Поронайской низменности, относительно широким долинам других рек и Корсаковскому плато [9, 13, 14]. Однако, как показала лесокультурная практика, эта порода хорошо приживается и растет в самых разнообразных лесорастительных условиях коренных ельников и пихтарников. Мышевидными грызунами не повреждается, незначительно страдая от снега весной во время оседания наста.

Технология создания культур лиственниц аналогична темнохвойным породам, хотя густота их меньше (2,7-3,3 тыс./га) за счет большего расстояния посадки между растениями в ряду.

До 2003 г. созданием лесных культур занимались все лесхозы области, за исключением Курильского и Южно-Курильского, с 2004 г. не создавались культуры в Южно-Сахалинском и Охинском лесхозах. Объем лесокультурных работ по лесхозам колебался от 10 до 640 га [9].

Лесные культуры лиственницы в условиях Сахалинской области растут достаточно быстро, в среднем развиваясь по II-III классам бонитета и в возрасте 20 лет превышая высоту 5 м (рис. 6).



Рис. 3. Лесные культуры ели аянской  
Fig. 3. Forest crops of Ayan spruce

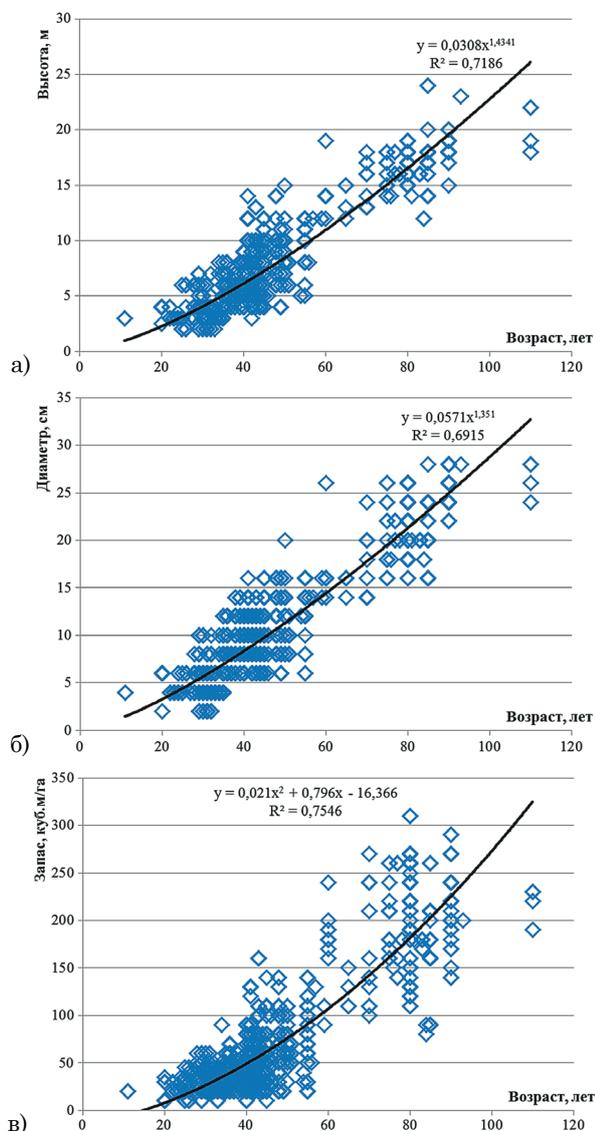


Рис. 4. Анализ роста лесных культур ели аянской:  
а) по высоте; б) по диаметру; в) по запасу  
Fig. 4. Analysis of growth of forest crops of Ayan spruce:  
a) by height; b) by diameter; c) by stock



Рис. 5. Лесные культуры из лиственницы курильской в возрасте 75 лет.  
Южно-Сахалинское лесничество  
Fig. 5. Forest crops from Kuril larch at the age of 75 years.  
Yuzhno-Sakhalinsk Forestry

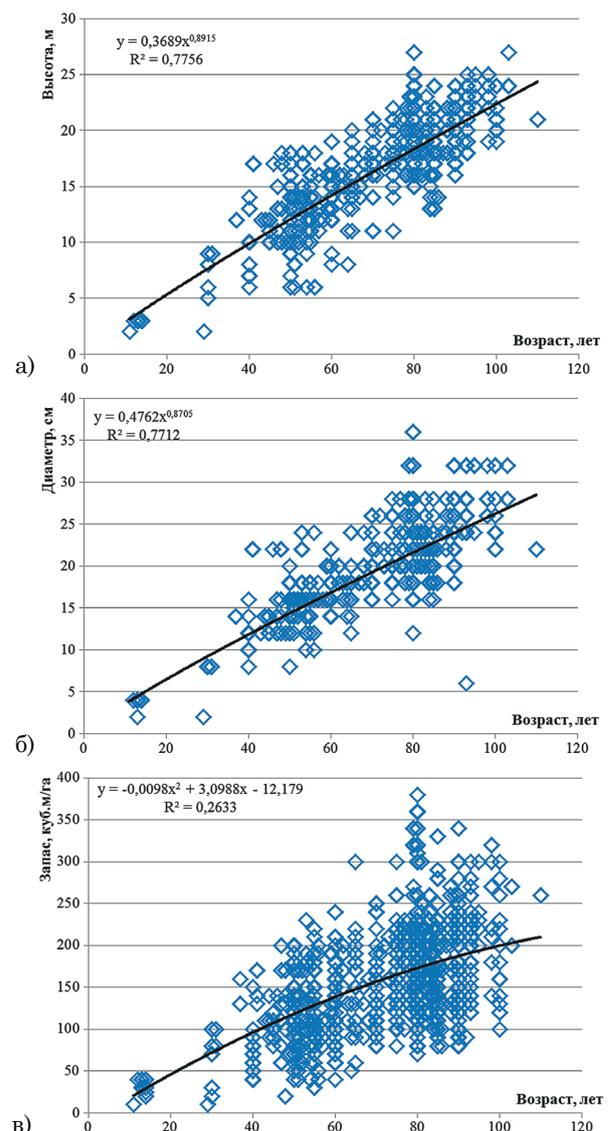


Рис. 6. Анализ роста лесных культур лиственницы курильской:  
а) по высоте; б) по диаметру; в) по запасу  
Fig. 6. Analysis of the growth of forest crops of Kuril larch:  
a) by height; b) by diameter; c) by stock

Высокая приживаемость и хороший рост листовницы в лесных культурах делают эту породу перспективной для искусственного лесовосстановления [15].

В лесных культурах листовницы часто восстанавливаются тонкомер и подрост; формируются сомкнутые насаждения с запасом 200-300 м<sup>3</sup>/га [12].

### Выводы

В результате исследований отметим, что на территории Сахалинской области был

### Список использованных источников

1. Сахалинская область: история, современность, перспективы: Материалы Международной научно-практической конференции (17-18 октября 2012 г., г. Южно-Сахалинск) / Сост. А.С. Ломов; Правительство Сахалинской области; Сахалинский государственный университет. Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2012. 300 с. ISBN 978-5-88811-427-8.
2. Растительный мир Сахалина // «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд». Владивосток: Изд-во «Апельсин», 2014. 172 с.
3. **Власова И.И., Ерёмин В.М., Копанина А.В.** Культуры сосны обыкновенной на // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12, № 1 (3). С. 863-866.
4. **Шейнгауз А.С.** Освоение лесов Дальнего Востока и использование их продуктивности с середины XIX до середины XX в. // Пространственная экономика. 2008. № 1. С. 118-146. DOI: 10.14530/se.2008.1.118-146.
5. Лесовосстановление на Дальнем Востоке // Современное состояние лесов российского Дальнего Востока и перспективы их использования / Под ред. А.П. Ковалева. Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2009. С. 346-374.
6. **Перевертайло И.И.** Искусственное лесовосстановление на Дальнем Востоке (история, опыт, проблемы) // Региональные основы организации и ведения лесного хозяйства: Сборник трудов / ДальНИИЛХ. Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2021. Вып. 35. С. 219-236.
7. **Приходько О.Ю., Бычкова Т.А., Ким Г.Е.** Современное состояние лесного фонда Дальневосточного федерального // Сибирский лесной журнал. 2021. № 1. С. 21-29. DOI: 10.15372/SJFS20210103.
8. **Ивакина Е.В., Осипов С.В.** Естественное и искусственное лесовосстановление в горнопромышленных ландшафтах Дальнего Востока России // Сибирский лесной журнал. 2016. № 2. С. 4-19.
9. **Смирнов А.А.** Интродукция и натурализация хвойных на Сахалине // Известия высших учебных заведений «Лесной журнал». 2013. С. 213-217.
10. Леса Дальнего Востока. М., 1969. 390 с.
11. Основные мероприятия по облесению лесопокрытых земель на Сахалине / сост. Н.П. Грищенко. Долинск: ДальНИИЛХ, 2000. 36 с.
12. Таксация леса. Ход роста насаждений: учебное пособие / И.С. Сальникова и др. Екатеринбург: УГЛУ, 2020. 130 с.
13. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта

выполнен большой объем лесокультурных работ, во время проведения которых освоено искусственное лесовосстановление на склонах разной экспозиции, в том числе на крутых и очень крутых склонах.

В результате оценки эффективности создания лесных культур отмечается, что наиболее целесообразно для искусственного восстановления лесов на территории Сахалинской области использовать листовницу курильскую, так как она более эффективна в данных климатических условиях.

### References

1. Sakhalin region: history, modernity, perspectives: materials of the international scientific and practical conference (17-18 October 2012, Yuzhno-Sakhalinsk) / comp. A.S. Lomov; Sakhalin government of the region; Sakhalin state university. Yuzhno-Sakhalinsk: izd-vo SakhGU, 2012. 300 p. ISBN 978-5-88811-427-8.
2. Flora of Sakhalin / «Sakhalin Energy Investment Company Ltd». Vladivostok: Publishing house «Апельсин», 2014. 172 p.
3. **Vlasova I.I., Eremin V.M., Kopanina A.V.** Crops of Scotch pine on // Izvestiya of the Samara scientific center skogo of the Russian Academy of Sciences. 2010. V. 12. № 1(3). P. 863-866.
4. **Sheingauz A.S.** Development of forests of the Far East and use of their productivity since the middle of XIX to the middle of XX c. // Spatial economics. 2008. № 1. P. 118-146. DOI: 10.14530/se.2008.1.118-146
5. Reforestation in the Far East // The modern state of the forests of the Russian Far East and the prospects for their use / ed. by A.P. Kovalev. Khabarovsk: Publishing house DalNIIKKh, 2009. P. 346-374.
6. **Perevertaj I.I.** Artificial reforestation in the Far East (history, experience, problems) // Regional foundations of organization and forestry: collected papers / DalNIIKKh. Khabarovsk: Publishing house DalNIIKKh, 2021. Vol. 35. P. 219-236.
7. **Prikhodko O.Yu., Bychkova T.A., Kim G.E.** The current state of the forest fund of the Far Eastern Federal // Siberian Forest Journal. 2021. № 1. P. 21-29. DOI: 10.15372/SJFS20210103
8. **Ivakina E.V., Osipov S.V.** Natural and artificial reforestation in the mining landscapes of the Far East of Russia // Siberian Forest Journal. 2016. № 2. P. 4-19.
9. **Smirnov A.A.** Introduction and naturalization of conifers on Sakhalin // Proceedings of higher educational institutions // Forest Journal. 2013. P. 213-217.
10. Forests of the Far East. M., 1969. 390 p.
11. The main measures for afforestation of forested lands on Sakhalin / comp. N.P. Grishchenko. Dolinsk: DalNIIKKh, 2000. 36 p.
12. Forest taxation. The course of growth of plantations: a textbook / [I.S. Salnikova et al.] Yekaterinburg: UGLTU, 2020. 130 p.
13. Order of the Ministry of Natural Resources of 29.12.2021 No. 1024 «On Approval of the Rules for Reforestation, form, composition, procedure for approving the reforestation project, grounds for refusing to approve it, as well as requirements

лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления: приказ Минприроды от 29 декабря 2021 г. № 1024. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403417664/>.

14. Классификация и оценка земель гослесфонда для целей лесовыращивания сост. А.П. Сапожников, Д.Ф. Ефремов. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1995. 20 с.

15. ОСТ 56-92-93. Культуры лесные. Оценка качества. М.: ВНИИЦлесресурс, 1994. 38 с. URL: <https://e-ecolog.ru/docs/CdAGsKjtZtply0MQD0cRE>.

#### **Критерии авторства**

Голубев Д.А., Гула К.Е., Лашина Е.В., Колобанов К.А., Иванова А.А. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Статья поступила в редакцию 15.12.2023**

**Одобрена после рецензирования 15.01.2023**

**Принята к публикации 15.01.2023**

for the format in the electronic form of the reforestation project». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403417664/>

14. Classification and evaluation of the lands of the State Forestry Fund for the purposes of forest cultivation / comp. A.P. Sapozhnikov, D.F. Efremov. Khabarovsk: DalNIILKH, 1995. 20 p.

15. OST 56-92-93. Forest crops. Quality assessment. M: VNIITSlesresurs, 1994. 38 p. <https://e-ecolog.ru/docs/CdAGsKjtZtply0MQD0cRE>

#### **Criteria of authorship**

Golubev D.A., Gula K.E., Lashina E.V., Kolobanov K.A., Ivanova A.A. carried out practical and theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. They have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

#### **Conflict of interest**

The authors declare no conflicts of interest.

**The article was submitted to the editorial office 15.12.2022**

**Approved after reviewing 15.01.2023**

**Accepted for publication 15.01.2023**