



## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Краткое сообщение

УДК 630\*232

DOI: 10.37482/0536-1036-2026-4-193-200

**Возрастные изменения участия деревьев разных классов Крафта в структуре культур *Picea abies* (L.)****М.Д. Мерзленко<sup>1</sup>**, д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр.; ResearcherID: [J-1359-2016](https://orcid.org/0000-0002-0887-3178),ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0887-3178>**В.А. Брынцев<sup>2</sup>**, д-р с.-х. наук, доц., гл. науч. сотр.; ResearcherID: [O-4591-2019](https://orcid.org/0000-0002-6271-1444),ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6271-1444>**А.А. Коженкова<sup>2</sup>**, канд. с.-х. наук, доц., науч. сотр.; ResearcherID: [AAN-2228-2021](https://orcid.org/0000-0003-1518-7165),ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1518-7165><sup>1</sup>Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Московская обл., Россия; [md.merzlenko@mail.ru](mailto:md.merzlenko@mail.ru)<sup>2</sup>Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия; [bryntsev@mail.ru](mailto:bryntsev@mail.ru), [kozhenkova\\_anna@mail.ru](mailto:kozhenkova_anna@mail.ru)

---

Поступила в редакцию 07.04.25 / Одобрена после рецензирования 27.05.25 / Принята к печати 29.05.25

---

**Аннотация.** Изучались возрастные изменения участия деревьев разных классов Крафта в структуре лесных культур ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.), произрастающих в центре Русской равнины в лесорастительных условиях ельника-кисличника (*Piceetum oxalidosum*). Расчленение искусственного насаждения на классы Крафта отражает функциональную иерархию одновидового дендроценоза и его специфику во времени. Актуальность работы обусловлена отсутствием подобных исследований для искусственных дендроценозов. Динамика ранговой структуры классов Крафта рассмотрена в чистых по составу лесных культурах ели европейской на протяжении 15–90-летнего возрастного периода. Установлено, что до 40 лет распределение деревьев по классам Крафта соответствует кривой нормального распределения. Затем динамика долевого участия классов носит волнообразный характер, сдвигаясь в сторону высших рангов (I и II классов). Это связано с отпадом в возрастах 30–35, 50 и 80 лет. В возрасте 40, 60 и 90 лет резко уменьшается доля деревьев IV–V классов и максимально возрастает доля деревьев I и II классов. Установлено, что редуccionные числа как по высоте, так и по среднепериодическому текущему приросту объема ствола строго дифференцированы по классам Крафта. Большие редуccionные числа, свойственные деревьям I и II классов по сравнению с деревьями других классов на протяжении 90 лет развития культур, являются результатом интенсивных ростовых процессов. Это делает деревья I и II классов Крафта перспективными в течение всего хода искусственного лесовыращивания. Они особенно ценны в плантационном лесоводстве.

**Ключевые слова:** лесные культуры, ель европейская, классы Крафта, редуccionное число, среднепериодический текущий прирост

**Финансирование:** Работа выполнена в рамках госзадания ИЛАН РАН по теме № 126021217092-3 (М.Д. Мерзленко) и в рамках госзадания ГБС РАН по теме № 126020916823-0 (В.А. Брынцев и А.А. Коженкова).

---

© Мерзленко М.Д., Брынцев В.А., Коженкова А.А., 2026

Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

**Для цитирования:** Мерзленко М.Д., Брынцев В.А., Коженкова А.А. Возрастные изменения участия деревьев разных классов Крафта в структуре культур *Picea abies* (L.) // Изв. вузов. Лесн. журн. 2026. № 4. С. 193–200.  
<https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-4-193-200>

Brief report

## Age-Related Changes in the Participation of Trees of Different Kraft Classes in the Structure of *Picea abies* (L.) Plantations

**Mikhail D. Merzlenko**<sup>1</sup>, Doctor of Agriculture, Prof., Chief Research Scientist;

ResearcherID: [J-1359-2016](https://orcid.org/0000-0002-0887-3178), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0887-3178>

**Vladimir A. Bryntsev**<sup>2</sup>✉, Doctor of Agriculture, Assoc. Prof., Chief Research Scientist;

ResearcherID: [O-4591-2019](https://orcid.org/0000-0002-6271-1444), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6271-1444>

**Anna A. Kozhenkova**<sup>2</sup>, Candidate of Agriculture, Assoc. Prof., Research Scientist;

ResearcherID: [AAN-2228-2021](https://orcid.org/0000-0003-1518-7165), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1518-7165>

<sup>1</sup>Institute of Forest Science Russian Academy of Sciences, s. Uspenskoye, Moscow Region, Russia; [md.merzlenko@mail.ru](mailto:md.merzlenko@mail.ru)

<sup>2</sup>Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [bryntsev@mail.ru](mailto:bryntsev@mail.ru)✉, [kozhenkova\\_anna@mail.ru](mailto:kozhenkova_anna@mail.ru)

---

Received on April 7, 2025 / Approved after reviewing on May 27, 2025 / Accepted on May 29, 2025

---

**Abstract.** The research covered age-related changes in the proportion of trees belonging to different Kraft classes in the structure of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forest plantations growing in the central Russian Plain under the site conditions of the wood sorrel spruce forest (*Piceetum oxalidosum*). The classification of an artificial stand into Kraft classes reflects the functional hierarchy of a single-species tree community and its temporal dynamics. The study relevance stems from the lack of similar research on artificial tree communities. The Kraft classes' rank structure dynamics were observed in pure stands of European spruce over a 15–90-year age range. It has been found that the distribution of trees (up to 40 years old) by Kraft classes follows a normal distribution curve. Subsequently, the trend in the proportion of each class follows a wave-like pattern, shifting toward the higher ranks (Classes I and II). This is due to a decline at the ages of 30–35, 50, and 80. At the ages of 40, 60, and 90, the proportion of the IV–V class trees decreases sharply, while the proportion of the I and II class trees reaches its peak. It has also been found that the reduction rates for both height and the average periodic current increment in trunk volume are strictly differentiated according to Kraft classes. The intensive growth processes result in the high reduction rates observed in the I and II class trees compared to trees of other classes over the entire 90-year development of stands. This makes the I and II Kraft class trees promising throughout the entire course of artificial forest growing. They are particularly valuable in plantation forestry.

**Keywords:** forest plantations, Norway spruce, Kraft classes, reduction number, average periodic current increment

**Funding:** The research was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences, topic No. 126021217092-3 (M.D. Merzlenko) and within the framework of the state assignment of the Tsitsin Main Botanical Garden of Academy of Sciences, topic No. 126020916823-0 (V.A. Bryntsev and A.A. Kozhenkova).

**For citation:** Merzlenko M.D., Bryntsev V.A., Kozhenkova A.A. Age-Related Changes in the Participation of Trees of Different Kraft Classes in the Structure of *Picea abies* (L.) Plantations. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2026, no. 4, pp. 193–200. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-4-193-200>

### Введение

Виды рода *Picea* широко распространены по всей территории северного полушария Евразии [10, 19]. Филогения и биогеография рода *Picea* – следствие долгой и сложной истории расселения этих растений [14–16], в которой наряду с дивергенцией и экспансией большую роль играла гибридизация между видами – сетчатая эволюция [17]. Ель – это типичный доминантный представитель бореальных лесов. На территории европейской части Российской Федерации ель является лесообразователем темнохвойных лесов [10, 21]. В центре Русской равнины ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst.) начиная с 60-х гг. XX в. стала преобладающей породой при создании искусственных насаждений [9], в т. ч. плантационных лесных культур [6, 7].

Насчитываются сотни тысяч гектаров чистых по составу рукотворных ельников, однако специфика ранговой структуры лесных культур, которую четко отражает классификация Крафта, до сих пор не изучена [13]. Она базируется на свойственной природе леса дифференциации деревьев по степени господства и угнетения.

Согласно классификации Крафта основную массу древесины дают прегосподствующие и господствующие деревья (I и II классы Крафта) [3, 4, 6, 18, 20]. Деревья I, II и III классов характеризуются максимальным урожаем семян [8], а согосподствующие деревья (III класс) являются самыми продуктивными в отношении работы хвои [1], наиболее интенсивно расходуя ассимилянты на достижение наибольшего текущего прироста древесной массы ствола в абсолютно сухом состоянии.

Классификация Крафта находит применение и в практике лесного хозяйства [12]. Например, она используется в ходе выполнения различных рубок ухода, в частности по низовому методу, когда удаляются деревья V и частично IV классов.

Цель исследования – на примере лесных культур ели европейской проанализировать возрастные изменения долевого участия деревьев разных классов Крафта, а также проследить динамику изменения редуционных чисел по высоте деревьев и по среднепериодическому текущему приросту объемов стволов деревьев разных классов Крафта.

### Объекты и методы исследования

Исследование проведено в 11 лесничествах центра Русской равнины на территории Смоленско-Московской возвышенности. Объектами исследования послужили чистые по составу лесные культуры ели европейской, произрастающие в лесорастительных условиях ельников-кисличников (*Piceetum oxalidosum*); тип условий местопроизрастания – С<sub>3</sub>. Лесные культуры были созданы рядовой посадкой 2-летних сеянцев с густотой посадки 4–6 тыс. шт./га.

Пробные площади закладывались в культурах 10–90-летнего возраста общепринятыми в лесоводстве и лесной таксации методами. Всего заложено

145 пробных площадей. На 9 из них взяты модельные деревья по способу пропорционально-ступенчатого представительства [11]. Условием подбора участка под пробную площадь было отсутствие в искусственном насаждении интенсивного промежуточного пользования, а также проведение санитарных рубок.

В ходе перечетов деревья разделялись по классам роста и развития Крафта, учитывались сухостойные стволы. По каждому модельному дереву выполнялся полный анализ древесного ствола. Запас стволовой древесины ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) рассчитывался по формуле:

$$M = HFG,$$

где  $H$  – средняя высота искусственного насаждения, м;  $F$  – видовое число;  $G$  – сумма площадей сечений,  $\text{м}^2/\text{га}$ .

Так как высота является главным критерием при определении класса Крафта, то для каждого класса рассчитывалось редукционное число (%) по формуле:

$$R_h = h/H \cdot 100,$$

где  $h$  – средняя высота конкретного класса, м.

Аналогично этой формуле находились редукционные числа по каждому классу Крафта в отношении среднепериодического текущего прироста по объему ствола.

### *Результаты исследования и их обсуждение*

С возрастом насаждения после смыкания деревьев поток и интенсивность ранговых перемещений постепенно убывают, прирост деревьев становится более пропорциональным их размерам, а их ранговый статус в большей мере стремится к постоянству [4, 5]. После фазы жердняка мобильность перехода деревьев из класса в класс Крафта почти затихает, а различия в долевом участии классов в насаждении связываются исключительно с отпадом деревьев.

Следует учесть, что классификация Крафта относится только к живым деревьям, на что указывал Г.Ф. Морозов [6]. Наибольший отпад в чистых по составу хвойных культурах происходит в фазе жердняка.

По нашим данным (табл. 1), качественная сторона отпада выражается по-разному на различных возрастных этапах древостоя.

Таблица 1

**Соотношение средних диаметров растущих деревьев с диаметром стволов отпада, см**  
**Ratio of the growing trees' average diameters to the fallen trunks' diameters, cm**

| Категория деревьев | Диаметр при возрасте культур, лет |      |      |      |      |
|--------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|
|                    | 20                                | 40   | 60   | 80   | 100  |
| Отпад              | 3,8                               | 8,4  | 13,0 | 14,9 | 26,0 |
| Растущие           | 8,9                               | 16,3 | 21,6 | 24,3 | 30,5 |
| <i>Разница, %</i>  | 57                                | 49   | 40   | 39   | 15   |

Так, в рядовых культурах ели европейской с густотой посадки 5 тыс. шт./га в 17–20 лет отмирают экземпляры из V, IV и даже III классов Крафта, в 25–45-летнем возрасте в отпад начинает поступать часть стволов II класса, а с 55 лет добавляются деревья I класса Крафта. В количественном отношении в отпаде культур ели в 20–55 лет преобладают деревья V класса Крафта (до 90 %), а по мере увели-

чения возраста представленность в отпаде деревьев различных классов Крафта становится более широкой. Происходит перераспределение долей отпада в разрезе всех 5 классов, в силу чего со временем средние диаметры элиминирующих стволов выравниваются со средним диаметром растущих деревьев.

В табл. 2 дана динамика ранговой структуры в чистых по составу культурах ели. Она приводится нами в долевым участии классов Крафта на протяжении 15–90-летнего периода. Фактически до 40 лет распределение деревьев по классам Крафта почти соответствует кривой нормального распределения, потом симметрия резко нарушается и для возрастов 40, 60 и 90 лет свойственна положительная асимметрия, когда доля деревьев высших (I и II) классов Крафта превышает 50 %.

Таблица 2

Возрастная динамика ранговой структуры и участия отмершей древесины, %  
Age-related trends in the rank structure and the dead wood proportion, %

| Возраст культур, лет | Распределение деревьев по классам Крафта |    |     |    |    | Доля сухостоя от общего запаса |
|----------------------|------------------------------------------|----|-----|----|----|--------------------------------|
|                      | I                                        | II | III | IV | V  |                                |
| 15                   | 17                                       | 21 | 23  | 22 | 17 | 0,4                            |
| 20                   | 20                                       | 22 | 22  | 21 | 15 | 0,9                            |
| 25                   | 17                                       | 20 | 26  | 21 | 16 | 3,4                            |
| 30                   | 14                                       | 21 | 25  | 22 | 18 | 5,5                            |
| 35                   | 21                                       | 19 | 26  | 20 | 14 | 6,6                            |
| 40                   | 30                                       | 21 | 24  | 16 | 9  | 3,2                            |
| 45                   | 21                                       | 20 | 25  | 20 | 14 | 4,9                            |
| 50                   | 11                                       | 21 | 26  | 25 | 17 | 5,2                            |
| 60                   | 35                                       | 24 | 20  | 13 | 8  | 4,7                            |
| 70                   | 27                                       | 23 | 22  | 15 | 13 | 3,7                            |
| 80                   | 22                                       | 23 | 24  | 18 | 13 | 4,2                            |
| 90                   | 38                                       | 30 | 15  | 10 | 7  | 2,6                            |

Это характерно для волнообразного отпада, причем его максимум приходится на возрасты 30–35, 50 и 80 лет. В эти возраста максимальное содержание сухостоя составляет соответственно 5,5–6,6; 5,2 и 4,2 % от общего запаса культур ели. Наблюдаются отпад и накопление сухостоя, после чего резко уменьшается доля деревьев низших (V и IV) классов Крафта, а доля деревьев I и II классов, напротив, скачкообразно возрастает. Это происходит в возрасте насаждения 40, 60 и 90 лет. Волнообразность процесса отпада, приводящая к перегруппировке долевого участия разных классов Крафта, – пример биоценотической цикличности в рукотворном дендроценозе лесных культур ели европейской [2].

Высота является главным диагностическим признаком при определении класса Крафта. Поэтому нами рассмотрена возрастная динамика редуционных чисел по высоте (табл. 3).

Данные табл. 3 показали, что во всех возрастах от 10 до 90 лет редуционные числа по высоте строго дифференцированы по классам Крафта. Наиболее стабильны значения у III класса Крафта, составляя за указанный диапазон времени в среднем 100 %. Начиная с 10 по 40 лет редуционные числа у деревьев I

и II классов уменьшались, у деревьев IV и V классов в 10–70 лет увеличивались при приближении высоты к средней для всего насаждения. В период с 70 по 90 лет редуccionные числа по высотам стабилизировались у всех классов кроме V, что свидетельствует о превалировании в этот промежуток времени отпада из деревьев V класса.

Таблица 3

**Возрастная динамика редуccionных чисел, %, по высоте**  
**Age-related trends in the reduction rates, %, by height**

| Возраст культур, лет | Редуccionные числа по классам Крафта |     |     |    |    |
|----------------------|--------------------------------------|-----|-----|----|----|
|                      | I                                    | II  | III | IV | V  |
| 10                   | 156                                  | 125 | 109 | 78 | 56 |
| 20                   | 143                                  | 112 | 100 | 81 | 64 |
| 30                   | 121                                  | 109 | 99  | 89 | 70 |
| 40                   | 115                                  | 103 | 97  | 84 | 73 |
| 50                   | 116                                  | 107 | 99  | 84 | 74 |
| 60                   | 116                                  | 105 | 100 | 90 | 78 |
| 70                   | 114                                  | 105 | 99  | 88 | 80 |
| 80                   | 114                                  | 106 | 99  | 88 | 79 |
| 90                   | 113                                  | 106 | 99  | 88 | 78 |

Редуccionные числа по среднепериодическому текущему приросту (табл. 4) также дифференцированы по разным классам Крафта. Возрастная динамика этих редуccionных чисел имеет специфику. Так, для деревьев высших рангов до 80–90 лет свойственно повышение редуccionных чисел, а у деревьев IV класса с возрастом происходит их снижение начиная с 40–50 лет, для деревьев V класса – с 30–40 лет. Высокие редуccionные числа среднепериодического текущего прироста по объему ствола, характерные для деревьев I и II классов Крафта, являются отражением интенсивности ростовых процессов, среди которых в первую очередь надо назвать камбиальную деятельность. Такие деревья наиболее перспективны в плантационном лесовыращивании.

Таблица 4

**Возрастная динамика редуccionных чисел, %, по среднепериодическому текущему приросту объема ствола**  
**Age-related trends in the reduction rates, %, by the average periodic current increment of trunk volume**

| Возрастной период, лет | Редуccionные числа по классам Крафта |     |     |    |    |
|------------------------|--------------------------------------|-----|-----|----|----|
|                        | I                                    | II  | III | IV | V  |
| 10–20                  | 157                                  | 135 | 104 | 48 | 30 |
| 20–30                  | 155                                  | 126 | 101 | 61 | 53 |
| 30–40                  | 170                                  | 116 | 107 | 61 | 42 |
| 40–50                  | 177                                  | 134 | 98  | 54 | 42 |
| 50–60                  | 177                                  | 135 | 96  | 52 | 43 |
| 60–70                  | 189                                  | 146 | 85  | 47 | 38 |
| 70–80                  | 214                                  | 148 | 85  | 37 | 19 |
| 80–90                  | 210                                  | 134 | 81  | 20 | 15 |

## Выводы

1. Динамика ранговой структуры в долевым участии разных классов Крафта резко нарушается в возрасте 40, 60 и 90 лет, когда доля деревьев высших (I и II) классов резко переходит за 50 %. Происходит это по причине предшествующего «сброса» накопившегося отпада деревьев в 30–35, 50 и 80 лет и последующей активизации ростовых процессов.

2. Распределение редуccionных чисел как по высоте, так и по среднепериодическому текущему приросту строго дифференцировано по классам Крафта. Высокие редуccionные числа деревьев I и II классов являются на протяжении 90-летнего роста лесных культур свидетельством интенсивных процессов развития по сравнению с другими классами, что делает их перспективными для искусственного лесовыращивания.

3. Распределение деревьев искусственного насаждения по классам Крафта отражает функциональную иерархию одновидового дендроценоза и его специфику во времени.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Бабич Н.А., Мерзленко М.Д., Евдокимов И.В. Фитомасса сосны и ели в Европейской части России. Архангельск: АГТУ, 2004. 112 с.

Babich N.A., Merzlenko M.D., Evdokimov I.V. *Phytomass of Pine and Spruce in the European Part of Russia*. Arkhangelsk, ASTU Publ., 2004. 112 p. (In Russ.).

2. Брынцев В.А. Эволюция в движении: Циклические процессы природы и общества. М.: ЛЕНАНД, 2017. 152 с.

Bryntsev V.A. *Evolution in Motion: Cycle Processes of Nature and Society*. Moscow, LENAND Publ., 2017. 152 p. (In Russ.).

3. Кузьмичев В.В. Закономерности динамики древостоев: принципы и модели. Новосибирск: Наука, 2013. 208 с.

Kuzmichev V.V. *Patterns of Tree Stand Dynamics: Principles and Models*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2013. 208 p. (In Russ.).

4. Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 168 с.

Maslakov E.L. *Formation of Young Pine Forests*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1984. 168 p. (In Russ.).

5. Мерзленко М.Д. Очерки о лесокультурной науке. 2-е изд. испр. и доп. М.: Изд. дом Рученькиных, 2025. 160 с.

Merzlenko M.D. *Essays on Forestry Science*. Moscow, The Ruchen'kins Publishing House, 2025. 160 p. (In Russ.).

6. Морозов Г.Ф. Основания учения о лесе: лекции, читанные в Таврическом Университете. Репринтное издание. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011. 330 с.

Morozov G.F. *Principles of Forest Science: Lectures Delivered at the Taurida University*. Moscow, MGUL Publ., 2011. 330 p. (In Russ.).

7. Плантационное лесоводство / под общ. ред. И.В. Шутова. СПб.: Политехн. ун-т, 2007. 364 с.

*Plantation Forestry*. General Editorship of I.V. Shutov. Saint Petersburg, Polytech Publ., 2007. 364 p. (In Russ.).

8. Редько Г.И., Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Лесные культуры. В 2 ч. Ч. 1. М.: Юрайт, 2017. 225 с.

Red'ko G.I., Merzlenko M.D., Babich N.A. *Forest Plantations*. In 2 parts. Part 1. Moscow, Yurait Publ., 2017. 225 p. (In Russ.).

9. Rogozin M.V., Razin G.S. Лесные культуры Теплоуховых в имении Строгановых на Урале: история, законы развития, селекция ели. Пермь: Пермск. гос. нац.-исследоват. ун-т, 2012. 210 с.

Rogozin M.V., Razin G.S. *Forest Plantations of the Teploukhovs in the Stroganov Estate in the Urals: History, Laws of Development, Spruce Breeding*. Perm, PSU Publ., 2012. 210 p. (In Russ.).

10. Рысин Л.П., Савельева Л.И. Еловые леса России. М.: Наука, 2002. 335 с.

Rysin L.P., Savelyeva L.I. *Spruce Forests of Russia*. Moscow, Nauka Publ., 2002. 335 p. (In Russ.).

11. Третьяков С.В., Коптев С.В., Бахтин А.А., Ильинцев А.С. Лесная таксация. Часть 2. Таксация насаждений. Архангельск: Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова, 2020. 126 с.

Tretyakov S.V., Koptev S.V., Bakhtin A.A., Ilyintsev A.S. *Forest Inventory*. Part 2. Stand Inventory. Arkhangelsk, NArFU Publ., 2020. 126 p. (In Russ.).

12. Burschel P., Huss J. *Grundriß des Waldbaus*. Berlin, Parey Buchverlag, 1997. 487 S. (In German).

13. Kraft G. *Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben*. Hannover, Klindworth's Verlag, 1884. 144 S. (In German).

14. Latałowa M., van der Knaap W.O. Late Quaternary Expansion of Norway Spruce *Picea abies* (L.) Karst. in Europe According to Pollen Data. *Quaternary Science Reviews*, 2006, vol. 25, iss. 21-22, pp. 2780–2805. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2006.06.007>

15. Lockwood J.D., Aleksić J.M., Zou J., Wang J., Liu J., Renner S.S. A New Phylogeny for the Genus *Picea* from Plastid, Mitochondrial, and Nuclear Sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2013, vol. 69, iss. 3, pp. 717–727. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.07.004>

16. Ran J.-H., Wei X.-X., Wang X.-Q., Molecular Phylogeny and Biogeography of *Picea* (Pinaceae): Implications for Phylogeographical Studies Using Cytoplasmic Haplotypes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2006, vol. 41, pp. 405–419. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.05.039>

17. Ran J.-H., Shen T.-T., Liu W.-J., Wang P.-P., Wang X.-Q. Mitochondrial Introgression and Complex Biogeographic History of the Genus *Picea*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2015, vol. 93, pp. 63–76. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.07.020>

18. Rubtzow M.V. Contribution of K.F. Turmer into Forestry. *Selected Works of K.F. Turmer*. Moscow, MGUL Publ., 2001, pp. 7–27.

19. Schmidt-Vogt H. *Die Fichte*. Ein Handbuch in zwei Bänden. Hamburg-Berlin, Verlag Paul Parey, 1977, Bd. 2. 486 S. (In German).

20. von Gadow K. *Waldstruktur und Wachstum: Beilage zur Vorlesung im Wintersemester 2003/2004*. Göttingen, Universitätsdrucke Göttingen, 2003. 241 p. (In German). <https://doi.org/10.17875/gup2003-244>

21. Vronskaya A.M., Melnik P.G., Merzlenko M.D. Forest Dynamics Monitoring of Nikolskaya Forest Estate During f 130-Year Period. *Materials of the 18th International Conference of Young Scientists: Forests of Eurasia – Serbian Forests*. Belgrade, 2019, pp. 94–98.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest