

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,  
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ / FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,  
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.44.1>

СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ КОЛЛЕКЦИИ *PINACEAE* LINDL ДЕНДРОСАДА ИМЕНИ И. М. СТРАТОНОВИЧА

Научная статья

Антонов А.М.<sup>1,\*</sup>, Боровикова А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-7076-233X;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-4162-9011;

<sup>1,2</sup> Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (anaximandr2[at]yandex.ru)

**Аннотация**

Данная статья посвящена сезонному развитию коллекции видов семейства сосновые (*Pinaceae* Lindl.), произрастающих в дендрологическом саду им. И. М. Стратоновича в г. Архангельске. В работе проведены фенологические наблюдения за существующими на сегодняшний день в дендросаде следующими видами семейства сосновых: пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), лиственница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.), лиственница Кемпфера (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière.), лиственница Сукачёва (*Larix sukaczewii* Dylis.), ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) H. Karst.), ель колючая ф. голубая (*Picea pungens* f. *glauca* Beissn.), сосна кедровая европейская (*Pinus cembra* L.), сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) в период с 2020 по 2023 гг. А также представлена информация по фенологии на основании архивных данных дендрологического сада за период 2010-2019 гг. В коллекции сосновых пять видов являются интродуцентами: лиственница Гмелина, лиственница Кемпфера, ель колючая ф. голубая, сосна кедровая европейская и сосна кедровая сибирская. Пихта сибирская занесена в Красную книгу Архангельской области. Особое внимание при исследовании уделялось фенофазам: набухание почек, рост побегов, пыление, семеношение, листопад (для видов рода *Larix* Mill) в связи с коротким вегетационным периодом древесных растений на Севере. На основании проведённых исследований составлен фенологический календарь сезонного развития сосновых со средними показателями в период с 2010 по 2023 гг. Для анализа зимостойкости исследуемых видов применялась оценка по рекомендованной сотрудниками Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН 7-балльной шкале. Авторы установили основные характеристики сезонного роста видов семейства *Pinaceae* Lindl за 2023 г. В заключении привели статистические данные среднесуточного и общего прироста их побегов.

**Ключевые слова:** *Pinaceae* Lindl., хвойные растения, сосновые, интродукция, интродуценты, фенология, рост побегов, акклиматизация, вегетационный период.

SEASONAL DEVELOPMENT OF THE COLLECTION OF *PINACEAE* LINDL OF THE DENDROLOGICAL GARDEN NAMED AFTER I. I. STRATONOVICH

Research article

Antonov A.M.<sup>1,\*</sup>, Borovikova A.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-7076-233X;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-4162-9011;

<sup>1,2</sup> Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation

\* Corresponding author (anaximandr2[at]yandex.ru)

**Abstract**

This article is dedicated to the seasonal development of the collection of species of the pine family (*Pinaceae* Lindl.) growing in the I.M. Stratonovich dendrological garden in Arkhangelsk. Phenological observations of the following species of the pine family existing today in the dendrological garden were carried out: Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.), Gmelin's larch (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.), larch Kaempferi (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière.), Sukaczew's larch (*Larix sukaczewii* Dylis.), common spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.), prickly spruce f. blue (*Picea pungens* f. *glauca* Beissn.), European pine (*Pinus cembra* L.), Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour.), and common pine (*Pinus sylvestris* L.) in the period from 2020 to 2023. And also information on phenology based on archival data of the dendrological garden for the period 2010-2019 is presented. In the pine collection five species are introduced: Gmelin larch, Kempfer larch, spruce prickly f. blue, European pine and Siberian pine. Siberian fir is listed in the Red Book of Arkhangelsk Oblast. Particular attention was paid to phenophases: bud swelling, shoot growth, pollination, seed production, leafing (for species of *Larix* Mill genus) due to the short vegetation period of woody plants in the North. The phenological calendar of seasonal development of pine species with average indicators in the period from 2010 to 2023 was compiled on the basis of the conducted studies. To analyse the winter hardiness of the studied species, the evaluation according to the 7-point scale recommended by the staff of the N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences was used. The authors established the main characteristics of seasonal growth of species of the family *Pinaceae* Lindl for 2023. In conclusion, statistical data of average daily and total growth of their shoots were given.

**Keywords:** *Pinaceae* Lindl., coniferous plants, pine, introduction, introductions, introducers, phenology, shoot growth, acclimatization, growing season.

## Введение

На июнь 2023 г. семейство *Pinaceae* Lindl насчитывают 11 родов и не менее 309 видов [21], [24]. Его представители занимают самое большое и важное место в хозяйственном отношении среди голосеменных и имеют широкий спектр применения. Сосновые формируют устойчивые хозяйственно-ценные и рекреационные зелёные насаждения, способные наилучшим образом оздоровить окружающую среду обитания и длительно сохранить декоративность в течение всего года [19], [22].

Количество перспективных древесных пород для практического использования в озеленении городских территории может быть расширено за счёт инорайонных древесных растений. Интродукция декоративных и хозяйственно-ценных видов является одним из основных методов повышения биологического разнообразия дендрофлоры, что в большей степени зависит от результатов научно-исследовательской работы дендрологических и ботанических садов [4]. Так, представители семейства *Pinaceae* Lindl успешно прошедшие испытания в дендрологических и ботанических садах, являются важным резервом для увеличения биоразнообразия растений.

На Европейском Севере одним из центров интродукции с 1934 года является Дендрологический сад им. И. М. Стратоновича г. Архангельска. С основания сада ведётся научно-исследовательская работа с инорайонными лиственными и хвойными видами. На сегодняшний день сотрудниками сада исследованы 106 видов семейства *Pinaceae* Lindl. из которых: 13 видов рода *Abies* Mill., 3 вида рода *Cedrus* Trew, 19 видов рода *Larix* Mill., 20 видов рода *Picea* A.Dietr., 44 видов рода *Pinus* L., 5 видов рода *Pseudotsuga* Carrière и 2 вида *Tsuga* (Endl.) Carrière. На 2023 г. в коллекцию семейства *Pinaceae* Lindl включено девять существующих на территории дендросада видов: пихта сибирская, лиственница Гмелина, лиственница Кемпфера, лиственница Сукачёва, ель обыкновенная, ель колючая ф. голубая, сосна кедровая европейская, сосна кедровая сибирская и сосна обыкновенная.

Для определения устойчивости и акклиматизации древесных растений в условиях интродукции важны особенности протекания их сезонного развития [15]. Отслеживание динамики протекания фенологических фаз, зимостойкости, сезонного роста побегов в связи с динамикой метеопараметров даёт определенное представление о взаимодействии растений с окружающей средой и её влиянием на них [5], [6], [17].

К настоящему времени накоплен значительный материал по изучению сезонного развития (фенологические наблюдения, продолжительность и интенсивность роста побегов) видов семейства *Pinaceae* Lindl. в различных регионах нашей страны и за рубежом (А. А. Молчанов В.В. Смирнова (1967); В.А. Елагина, В.Г. Луканина (1972); И.Т. Кищенко (1985); А.И. Григорьев (1985,1988,2003); И.В. Бабарькина, А.И. Григорьева (2006); В.А. Брынцев, А. Заре (2007), Rossi Sergio (2009); Л. В. Зарубина, Р. С. Хамитов (2021); Н.А. Демидова, Т.М. Дуркина, Л.Г. Гоголева, Н.Н. Васильева и др. [3], [9], [15], [18], [23]) за исключением регионов Крайнего Севера.

В связи с этим сезонное развитие видов семейства *Pinaceae* Lindl в суровых условиях Крайнего Севера требует детального изучения, так как новые актуальные сведения являются важным условием для организации рационального использования биологических возможностей в повышении производительности и устойчивости городских зелёных насаждений. Изучение динамики протекания фенологических фаз и роста побегов хвойных пород позволяет провести диагностику устойчивости к температурному режиму и промышленному загрязнению, а также в целом установить перспективность хозяйственного использования изучаемых пород в ландшафтном строительстве и озеленении городов [3].

Цель исследования – изучение сезонного развития видов семейства *Pinaceae* Lindl., коллекции дендрологического сада им. И. М. Стратоновича г. Архангельска и выявление особенностей динамики сезонного роста побегов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) проведение измерений биометрических показателей изучаемых видов на момент 2023 г.;
- 2) анализ динамики протекания фенофаз видов семейства *Pinaceae* Lindl. в период с 2010 по 2023 гг. и составление фенологического календаря;
- 3) установление средних многолетних дат сезонного развития исследуемых видов в вегетационный период с 2010–2023 гг.;
- 4) установление основных характеристик сезонного роста побегов сосновых за 2023 г.;
- 5) анализ среднесуточного и общего прироста побегов и выявление динамики их развития в вегетационный период 2023 г.

## Методы и принципы исследования

Дендрологический сад им. И. М. Стратоновича расположенный в г. Архангельске является одним из старейших интродукционных пунктов на Севере (64°33' с. ш. и 40°32' в. д.) [16]. За 89-летний период работы (1934–2023 гг.) дендросада в коллекцию семейства *Pinaceae* Lindl. официально включены 9 успешно испытанных видов: пихта сибирская, лиственница Гмелина, лиственница Кемпфера, лиственница Сукачёва, ель обыкновенная, ель колючая ф. голубая, сосна кедровая европейская, сосна кедровая сибирская и сосна обыкновенная. Пять из которых являются интродуцентами: лиственница Гмелина, лиственница Кемпфера, ель колючая ф. голубая, сосна кедровая европейская и сосна кедровая сибирская, а один вид – пихта сибирская занесён в Красную книгу Архангельской области [1].

На территории дендросада нами были проведены фенологические наблюдения за всеми существующими видами коллекции сосновых в период с 2020 по 2023 гг. по общепринятым методикам Н. Е Бульгина (1979), П. М. Малаховца и В. А. Тисовой (1999), используемых в ботанических садах по всей России [5], [17]. Согласно данным методикам наблюдения проводились каждые пять дней в течение всего вегетационного периода. Проводимые наблюдения включали оценку семи основных фенофаз (набухание почек, конус листьев, первые развёрнутые листья, пыление, массовое семеношение, осенняя окраска хвои и листопад). Все полученные данные наступления и протекания сезонных фаз были зафиксированы в календарь сезонного развития растений. А также были обработаны фенологические данные сада за период с 2010 по 2019 гг. При выявлении оценки зимостойкости применялась 7-балльная шкала, разработанная и рекомендованная сотрудниками Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН

[15]. Динамику роста побегов изучали согласно методике А.А. Молчановой и В.В. Смирновой [18]. Каждые 6 дней, измеряли длину выбранных вегетативных побегов у 3 штук модельных деревьев (в случае отсутствия данного количества экземпляров конкретных видов сосновых изучалось существующее число деревьев) с точностью до 0,1 см. Динамика суточного и общего прироста побегов исследуемых видов семейства *Pinaceae* Lindl отражена на диаграммах и обработана в статистические показатели.

#### Основные результаты

Проведены измерения биометрических показателей и анализ архивных данных наблюдаемых коллекционных видов семейства *Pinaceae* Lindl, произрастающих в условиях Дендрологического сада им. И.М. Стратоновича на 2023 г. (табл. 1).

Таблица 1 - Характеристика видов семейства *Pinaceae* Lindl коллекции дендросада им. И.М. Стратоновича на 2023 г

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.44.1.1>

№ п/п	Видовое название	К.В	Возраст, лет	Диаметр ствола на 1,3 м, см	Высота штамба, м	Диаметр кроны, м		Возраст вступления в генеративную фазу, лет	
						вдоль	поперёк	естественный ареал	дендросад
1	Пихта сибирская	I	78	28,5	4,0	4,5	5,0	15-40	16
2	Лиственница Гмелина	II	73	43,2	8,0	5,5	6,0	15-25	18
3	Лиственница Кемпфера	II	72	47,5	5,0	8,0	10,0	15-20	20
4	Лиственница Сукачёва	II	72	43,9	4,0	6,5	8,0	15-20	30
5	Ель обыкновенная	I	73	19,5	4,5	5,0	7,0	20-30	29
6	Ель колючая ф. голубая	II	73	11,0	2,0	2,5	3,0	20-30	35
				11,1					
				9,0					
7	Сосна кедровая европейская	II	73	25,5	3,5	6,0	6,5	40-80	47
8	Сосна кедровая сибирская	I	68	27,3	5,5	3,5	4,0	40-80	54
9	Сосна обыкновенная	I	62	31,0	4,5	5,5	6,0	12-40	37

Примечание: К.В. – класс высоты.: I класс – от 20 м и выше, II класс – от 10 до 20 м, III класс – от 5 до 10 м; по ист. [16]

В ходе исследования было установлено, что на данный момент на территории Дендросада коллекция семейства *Pinaceae* Lindl включает 4 рода и 9 видов, пять из которых интродуценты: лиственница Гмелина, лиственница Кемпфера, ель колючая ф. голубая, сосна кедровая европейская и сосна кедровая сибирская. В наибольшем количестве преобладают рода *Larix* Mill и *Pinus* L Средний возраст деревьев превышает 60 лет. Все виды семейства сосновые находятся в хорошем состоянии и достигли репродуктивного возраста.

Особенности протекания сезонного развития древесных растений в условиях интродукции дают представление об устойчивости. От изменчивости или стабильности наступления и продолжительности фенофаз зависит успешность акклиматизации вида за пределами ареала [5], [17].

На основе многолетних фенологических наблюдений (2010–2023 гг.) нами составлен фенологический календарь сезонного развития видов семейства *Pinaceae* Lindl коллекции дендросада им. И. М. Стратоновича (рис. 1). Календарь отражает средние показатели на основе всех проанализированных фаз сезонного развития для каждого исследуемого вида.

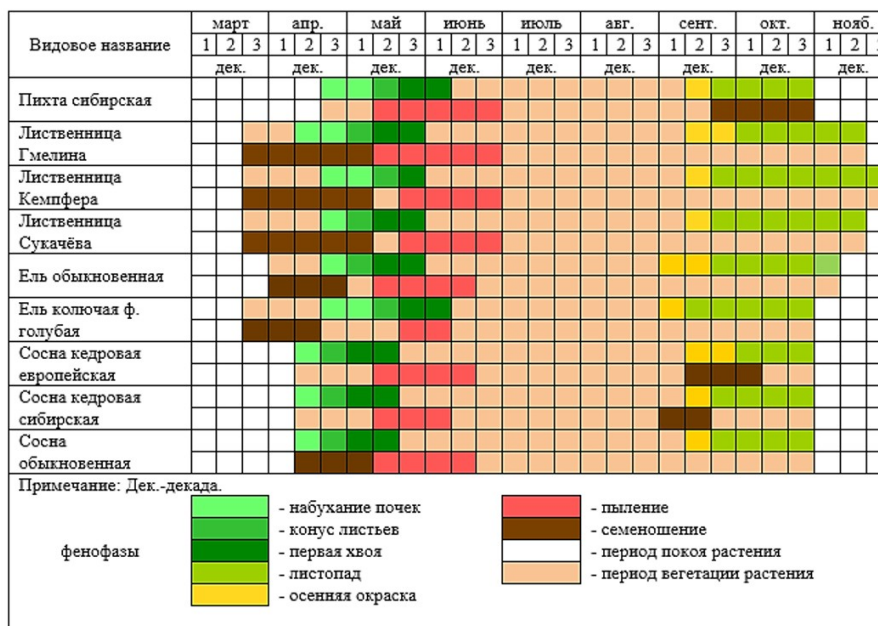


Рисунок 1 - Фенологический календарь сезонного развития видов семейства *Pinaceae* Lindl

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.44.1.2>

Средние многолетние даты сезонного развития видов семейства *Pinaceae* Lindl в вегетационный период с 2010–2023 гг. представлены в таблице 2. За начало вегетации принято набухание почек, а за конец вегетации листопад.

Таблица 2 - Средние многолетние даты сезонного развития видов семейства *Pinaceae* Lindl коллекции дендросада в вегетационный период с 2010–2023 гг

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.44.1.3>

Название вида	Средние даты начала и окончания вегетационного периода		Средняя продолжительность вегетационного периода, в днях
	начало	конец	
Пихта сибирская	04 ± 10 мая	22 ± 2 октября	168 ± 12
Лиственница Гмелина	30 ± 8 апрель	06 ± 7 ноября	186 ± 15
Лиственница Кемпфера	29 ± 7 апрель	17 ± 7 ноября	198 ± 14
Лиственница Сукачёва	28 ± 8 апреля	15 ± 6 ноября	197 ± 14
Ель обыкновенная	25 ± 5 апреля	22 ± 9 октября	177 ± 14
Ель колючая ф. голубая	28 ± 9 апреля	24 ± 3 октября	176 ± 12
Сосна кедровая европейская	24 ± 6 апреля	20 ± 5 октября	176 ± 11
Сосна кедровая	20 ± 4 апреля	19 ± 4 октября	179 ± 8

сибирская			
Сосна обыкновенная	23 ± 3 апреля	19 ± 9 октября	176 ± 12

В процессе изменения ритма развития сосновых к климатическому ритму Севера изменяются как сроки наступления, так и продолжительность фенофаз. В условиях Архангельска сроки начала сезонного развития связаны со среднесуточной температурой выше +5°C (конец апреля) и безморозным периодом, в течение которого среднесуточная температура не опускается ниже 0°C [2].

Начало вегетационного периода характеризуется набуханием почек. У пихты сибирской данная фенофаза в среднем начинается 4 мая. Среди лиственниц и елей раньше других начинают вегетировать местные виды и чуть позже интродуценты. У сосен раньше всего вегетационный период наступает у сосны кедровой сибирской (20 апреля), затем у сосны обыкновенной и сосны кедровой европейской.

В среднем пыление у всех видов в саду непродолжительно (2 балла): пихты 10-12 дней, лиственницы, ели и сосны 5–10 дней в отмеченный на фенологическом календаре промежуток. Сроки пыления и даты изменяются год от года. Как правило они во многом зависят от метеорологических условий района исследования. В фазу пыления в условиях г. Архангельска также чуть раньше вступают местные виды.

Среди рассматриваемых представителей сосновых в фазу семеношения вступают все виды кроме ели колючей ф. голубой, не дававшей плоды с 2017 года. Оценка семеношения проводилась с учётом таких показателей, как изменение окраски плодов, первые зрелые плоды и их массовое созревание. Лиственница Сукачёва, лиственница Кемпфера и ель обыкновенная характеризуются средним семеношением в 3-4 балла. Пихта сибирская, лиственница Гмелина, сосна кедровая европейская, сосна кедровая сибирская и сосна обыкновенная плохим семеношением в 1-3 балла. Ель колючая ф. голубая очень плохим в 0-1 балл с интервалом 1-4 года.

Конец вегетационного периода заканчивается одновременным листопадом всех видов лиственниц (для остальных частичным пожелтением и опаданием старой хвои) вплоть до первого снега.

Продолжительность вегетационного периода в среднем для пихты сибирской равняется 168 дней, для лиственниц – 186–198 дней, для елей – 176–177 дней, для сосен – 176–179 дней. Все изученные нами виды успевают проходить полный, непрерывный цикл сезонного развития.

По результатам наблюдений в период 2010–2023 гг. все виды семейства *Pinaceae* Lindl характеризуются высоким показателем зимостойкости – I–II балла, что указывает на их высокий уровень адаптации к местным условиям (табл. 3).

Таблица 3 - Оценка зимостойкости видов семейства *Pinaceae* Lindl коллекции дендросада в вегетационный период с 2010–2023 гг. по рекомендованной сотрудниками Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН 7-балльной шкале

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.44.1.4>

Вид о е на з ва н и е	Год наблюдений													
	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Пихта сибирская	II	II	II	II	II	I	I	I	I	I	II	I	II	I
Лиственница Гмелина	II	II	II	II	II	I	I	I	I	I	II	I	II	I
Лиственница Кемпфера	II	II	II	II	II	I	I	I	I	I	II	I	II	I
Лиственница	II	II	II	II	II	I	I	I	I	I	II	I	II	I

ца Сукачѣ ва														
Ель обыкно венная	II	II	II	II	II	I	I	I	I	I	II	I	I	I
Ель кол ючая ф. гол уба я	II	II	II	II	II	I	I	I	I	I	II	I	II	I
Сос на кед ров ая евр опе йск ая	II	II	II	II	II	I	I	II	II	I	II	I	II	I
Сос на кед ров ая сиб ирс кая	II	II	II	II	II	I	I	I	I	I	II	I	II	I
Сос на обык но вен ная	II	II	II	II	II	I	I	I	I	I	II	I	I	I

На зимостойкость растений в значительной мере влияет период роста побегов и формирования хвои. Продолжительность роста побегов особенно важно определять при изучении интродуцентов. Прирост побегов зависит от географического происхождения, возраста растения, погодных условий вегетационного периода, а также приёмов агротехники [10]. Начало роста побегов у изучаемых видов отмечали вскоре после распускания почек вместе с началом обособления хвои. Основные характеристики средних многолетних дат и продолжительности сезонного роста побегов семейства *Pinaceae* Lindl в дендросаде им. И.М. Стратоновича за период 2010–2023 гг. представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Средние многолетние даты и продолжительность сезонного роста побегов семейства *Pinaceae* Lindl в дендросаде им. И.М. Стратоновича за 2010–2023 гг

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.44.1.5>

Название вида	Средние даты начала и окончания роста побегов*		Средняя продолжительность роста, в днях*
	начало	конец	
Пихта сибирская	14 ± 2 мая	29 ± 3 июня	47 ± 3
Лиственница Гмелина	21 ± 4 мая	17 ± 3 июля	58 ± 4
Лиственница Кемпфера	20 ± 5 мая	15 ± 5 июля	57 ± 5
Лиственница Сукачѣва	19 ± 6 мая	14 ± 5 июля	57 ± 6
Ель обыкновенная	27 ± 3 апреля	27 ± 2 июня	62 ± 3

Ель колючая ф. голубая	28 ± 2 апреля	28 ± 2 июня	62 ± 2
Сосна кедровая европейская	25 ± 4 апреля	13 ± 3 июня	50 ± 4
Сосна кедровая сибирская	21 ± 1 апреля	12 ± 2 июня	53 ± 2
Сосна обыкновенная	25 ± 2 апреля	11 ± 2 июня	48 ± 2

По результатам статистической обработки в условиях г. Архангельска на территории Дендрологического сада им. И. М. Стратоновича к промежуточному началу и позднему окончанию роста побегов относятся виды: ель обыкновенная, ель колючая ф. голубая, сосна кедровая европейская, сосна кедровая сибирская, сосна обыкновенная. А виды пихта сибирская, лиственница Гмелина, лиственница Кемпфера и лиственница Сукачёва относятся к поздним группам начала и окончания роста побегов. Представители сосновых пихта сибирская, сосна кедровая европейская, сосна кедровая сибирская и сосна обыкновенная относятся к группе древесных растений с коротким периодом роста побегов. К группе с промежуточным периодом роста побегов принадлежат виды: лиственница Гмелина, лиственница Кемпфера, лиственница Сукачёва, ель обыкновенная, ель колючая ф. голубая. Динамику средней величины суточного прироста побегов исследуемых видов за 2023 год можно наглядно проследить по полученным статистическим данным представленным в таблице 5 и на рисунке 2.

Таблица 5 - Статистические показатели среднесуточного прироста видов семейства *Pinaceae Lindl* в дендросаде им. И.М. Стратоновича за 2023 г

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.44.1.6>

Вид	N, шт.	M, см.	СКО, см.	max, см.	min, см.	$\Delta_{lim}$ , см.	$\pm m$ , см.	Cv	t	p, %
Пихта сибирская	120	0,20	0,018	0,24	0,16	0,08	0,002	9,05	121,08	0,83
Лиственница Гмелина	144	0,18	0,025	0,22	0,14	0,08	0,002	13,85	86,64	1,15
Лиственница Кемпфера	96	0,20	0,022	0,24	0,16	0,08	0,002	10,65	91,99	1,09
Лиственница Сукачёва	144	0,21	0,016	0,24	0,18	0,06	0,001	7,91	151,66	0,66
Ель обыкновенная	144	0,21	0,015	0,24	0,18	0,06	0,001	7,28	164,82	0,61
Ель колючая ф. голубая	96	0,20	0,016	0,23	0,17	0,06	0,002	7,82	125,35	0,80
Сосна кедровая европейская	120	0,19	0,023	0,23	0,15	0,08	0,002	12,04	90,97	1,10
Сосна кедровая сибирская	80	0,18	0,020	0,21	0,15	0,06	0,002	11,08	80,75	1,24

ская										
Сосна обыкн овенн ая	40	0,25	0,013	0,27	0,23	0,04	0,002	5,28	119,68	0,83

Примечание:  $N$  — число учетов (замеров);  $M$  — среднее арифметическое;  $СКО$  — среднее квадратическое отклонение;  $max.$  — максимальное значение;  $min.$  — минимальное значение;  $\Delta_{lim}$  — диапазон значений;  $\pm m$  — ошибка репрезентативности выборочного среднего;  $Cv$  — коэффициент вариации;  $t$  ( $\alpha=0,05$ ) — критерий Стьюдента;  $p$  — относительная ошибка, или точность опыта

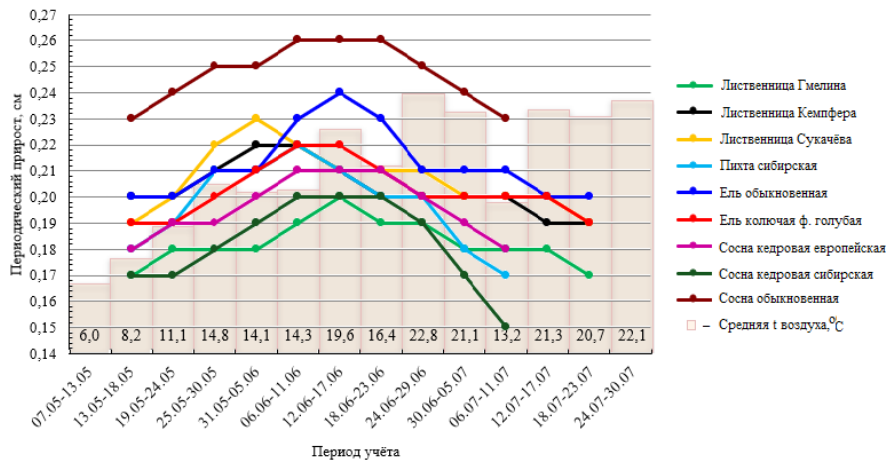


Рисунок 2 - Динамика суточного прироста побегов исследуемых видов семейства *Pinaceae* Lindl дендросада в вегетационный период 2023 г

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.44.1.7>

Виды лиственница Гмелина, сосна кедровая сибирская, сосна кедровая европейская относятся к группе с низким уровнем среднесуточного прироста побегов, а сосна обыкновенная, лиственница Сукачёва, ель обыкновенная, пихта сибирская. Лиственница Кемпфера, ель колючая ф. голубая к группе с промежуточным уровнем среднесуточного прироста побегов.

Динамику величины общего прироста исследуемых видов за 2023 год можно наглядно проследить по полученным статистическим данным представленным в таблице 6 и на рисунке 3.

Среднюю величину общего прироста побегов за 2023 год можно детально проследить по полученным статистическим данным ниже (табл. 6).

Таблица 6 - Статистические показатели общего прироста видов семейства *Pinaceae* Lindl в дендросаде им. И.М. Стратоновича за 2023 г

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.44.1.8>

Вид	N, шт.	M, см.	СКО, см.	max, см.	min, см.	$\Delta_{lim}$ , см.	$\pm m$ , см.	Cv	t	p, %
Пихта сибирская	12	9,49	0,657	10,69	8,23	2,46	0,189	6,92	50,03	1,99
Лиственница Гмелина	12	10,54	1,419	12,15	8,22	3,93	0,409	13,47	25,72	3,89
Лиственница Кемпфера	8	11,14	1,069	12,26	9,24	3,02	0,378	9,61	29,44	3,39



Лиственница Сукачёва	12	11,92	0,632	13,02	11,10	1,92	0,182	5,31	65,27	1,53
Ель обыкновенная	12	12,97	0,551	13,87	12,03	1,84	0,159	4,24	81,61	1,22
Ель колючая ф. голубая	8	12,38	0,748	13,67	11,71	1,96	0,264	5,81	48,71	2,05
Сосна кедровая европейская	12	9,83	1,048	11,16	8,40	2,76	0,302	10,66	32,49	3,08
Сосна кедровая сибирская	8	9,50	0,732	10,71	8,28	2,43	0,259	7,70	36,71	2,72
Сосна обыкновенная	4	11,97	0,327	12,42	11,70	0,72	0,163	2,73	73,25	1,36

Примечание:  $N$  — число учетов (замеров);  $M$  — среднее арифметическое;  $CKO$  — среднеквадратическое отклонение;  $max.$  — максимальное значение;  $min.$  — минимальное значение;  $\Delta lim$  — диапазон значений;  $\pm m$  — ошибка репрезентативности выборочного среднего;  $Cv$  — коэффициент вариации;  $t (\alpha=0,05)$  — критерий Стьюдента;  $p$  — относительная ошибка, или точность опыта

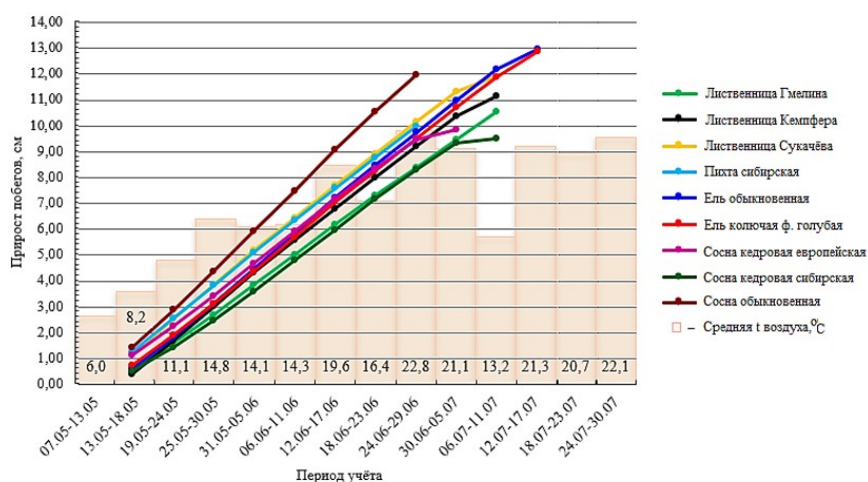


Рисунок 3 - Динамика общего прироста побегов исследуемых видов семейства *Pinaceae Lindl* дендросада в вегетационный период 2023 г

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.44.1.9>

Виды пихта сибирская, сосна кедровая европейская, сосна кедровая сибирская и лиственница Гмелина относятся к группе с низким уровнем общего прироста побегов, а к группе с промежуточным уровнем общего прироста: ель обыкновенная, ель колючая ф. голубая, сосна обыкновенная, лиственница Сукачёва и лиственница Кемпфера.

Начало роста побегов видов семейства *Pinaceae Lindl* отмечено с повышением среднесуточной температурой воздуха выше +5-8°C. Вопрос влияния климатических факторов (суммы эффективных температур, среднесуточной

температуры воздуха, относительной влажности воздуха, среднесуточного количества осадков) на сезонное развитие видов семейства *Pinaceae* Lindl требует отдельного, специального исследования.

### Заключение

Результаты наших исследований, следующие:

1. Все изученные нами виды начиная с фенологической фазы «набухания почек» и заканчивая «массовым листопадом (частичным пожелтением и опаданием старой хвои)» проходят полный, непрерывный цикл сезонного развития.

2. В процессе изменения ритма развития видов семейства *Pinaceae* Lindl к климатическому ритму Севера год от года изменяются как сроки наступления, так и продолжительность фенофаз. Раньше других начинают вегетировать местные виды: пихта сибирская, лиственница Сукачёва, ель обыкновенная. Чуть позже интродуценты: лиственница Гмелина, лиственница Кемпфера, ель колючая ф. голубая. У сосен раньше всего вегетационный период наступает у сосны кедровой сибирской, затем у сосны обыкновенной и сосны кедровой европейской.

3. Все виды семейства *Pinaceae* Lindl характеризуются наивысшим показателем зимостойкости – I–II балла.

4. Самыми ранними сроками роста побегов отличаются виды: сосна кедровая сибирская ( $21 \pm 1$  апреля); сосна обыкновенная ( $25 \pm 2$  апреля); сосна кедровая европейская ( $25 \pm 4$  апреля); ель обыкновенная ( $27 \pm 3$  апреля) и ель колючая ф. голубая ( $28 \pm 2$  апреля). Рост побегов у них в вегетационный период 2023 года начался в III декаде апреля. Самыми поздними сроками роста побегов отличаются виды: пихта сибирская ( $14 \pm 2$  мая); лиственница Сукачёва ( $19 \pm 6$  мая); лиственница Кемпфера ( $20 \pm 5$  мая) и лиственница Гмелина ( $21 \pm 4$  мая). Рост их побегов начинается почти на 20–30 дней позже.

5. Наиболее короткий период роста побегов у пихты сибирской ( $47 \pm 3$ ) и сосны обыкновенной ( $48 \pm 2$ ), а наиболее растянутый у ели обыкновенной ( $62 \pm 3$ ) и ели колючей ф. голубой.

6. Самый минимальный среднесуточный прирост в вегетационный период 2023 г. наблюдался у лиственницы Гмелина ( $0,18 \pm 0,002$ ); сосны кедровой сибирской ( $0,18 \pm 0,002$ ) и сосны кедровой европейской ( $0,19 \pm 0,002$ ). Максимальный среднесуточный прирост отмечен у сосны обыкновенной ( $0,25 \pm 0,002$ ).

7. Самый минимальный общий прирост в вегетационный период 2023 г. наблюдался у пихты сибирской ( $9,49 \pm 0,189$ ) а максимальный у ели обыкновенной ( $12,97 \pm 0,159$ ).

8. Наибольшее увеличение линейных значений у большинства видов отмечено в период с 13 мая по 30 мая – ель обыкновенная и ель колючая ф. голубая, сосна кедровая европейская, сосна кедровая сибирская и сосна обыкновенная за исключением пихты сибирской, лиственницы Кемпфера, лиственницы Сукачёва у которых максимальные значения прироста зарегистрированы позже в период с 25 мая по 11 июня. У лиственницы Гмелина активный прирост наблюдается позже всех с 6 по 23 июня. С середины июня снижаются значения увеличения линейных размеров побегов и начинается процесс их одревеснения. К середине июля у побегов исследуемых видов заканчиваются ростовые процессы и продолжается процесс одревеснения. Таким образом местные и интродуцируемые растения успевают подготовиться к зимнему периоду.

9. За сравнительно многолетний срок (1934–2023 гг.) изучения видов семейства *Pinaceae* Lindl в дендросаде им. И. М. Стратоновича выявлены довольно устойчивые виды, которые мы можем рекомендовать для зеленого строительства северных городов с тщательным подбором места посадки и последующим регулярным послепосадочным уходом: лиственницу Сукачёва, сосну обыкновенную, ель колючую ф. голубую, лиственницу Кемпфера, лиственницу Гмелина.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

- Амосов П.Н. Красная книга Архангельской области / П.Н. Амосов, В.А. Андреев, Н.И. Асоскова [и др.] — Архангельск, 2008. — 356 с.
- Бабарыкина И.В. Экологические особенности сезонного роста побегов хвойных видов древесных растений в г. Омске / И.В. Бабарыкина, А.И. Григорьева. — Омск: Омский гос. Педагогический ун-т., 2006. — №3 (36). — С. 161-164.
- Бабич Н.А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов / Н.А. Бабич, О.С. Залывская, Г.И. Травникова. — Архангельск: АГТУ, 2008. — 144 с.
- Булыгин Н.Е. Биологические основы дендрофенологии / Н. Е. Булыгин. — Л.: ЛТА, 1982. — 80 с.
- Брынцев В.А. Значение фенологических фаз при выращивании сеянцев сосны обыкновенной / В.А. Брынцев, А. Заре // Лесной вестник. — 2007. — № 1. — С. 39-41.
- Григорьев А.И. Влияние погодных условий на сезонный рост в высоту хвойных растений в лесостепной зоне Омской области / А.И. Григорьев // Природные ресурсы Омской области и их рациональное использование. — Омск, 1985. — С. 56-59.
- Григорьев А.И. Особенности роста в высоту хвойных пород в условиях интродукции / А.И. Григорьев // Тезисы совещание. Современные проблемы интродукции древесных растений в Сибири. — Новосибирск, 1988. — С. 42-43.

8. Грибов С.Е. Оценка перспективности использования лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) в озеленении г. Вологды / С.Е. Грибов, А.А. Карбасников, Е.Б. Карбасникова [и др.] // Лесной журнал. — 2017. — № 2. — С. 95-106. — DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.2.95
9. Григорьев А.И. Эколого-физиологические основы адаптации древесных растений в лесостепи Западной Сибири / А.И. Григорьев. — Омск: Прогресс, 2003. — 112 с.
10. Демидова Н.А. Представители семейства сосновые (*Pinaceae* Lindl.) североамериканской флоры в коллекции дендрологического сада ФБУ «СевНИИЛХ» / Н.А. Демидова, Т.М. Дуркина, Л.Г. Гоголева [и др.] // Лесной журнал. — 2021. — №4. — С. 36-54. — DOI: 10.37482/0536-1036-2021-4-36-54.
11. Елагина В.А. Некоторые особенности роста древесных растений / В.А. Елагина, В.Г. Луканина // ИЗВУЗ. Лесной журнал. — 1972. — №1. — С. 9-12.
12. Зарубина Л.В. Сезонный рост сосны обыкновенной на заболоченных почвах Севера / Л.В. Зарубина, Р.С. Хамитов // Известия вузов. Лесной журнал. — 2021. — Вып. 3. — С. 86-100. — DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-86-100.
13. Кищенко И.Т. Сезонный рост сосновых древостоев в Карелии. Система лесохозяйственных мероприятий в сосновых лесах Карелии / И.Т. Кищенко. — Петрозаводск: Изд-ние Ин-т леса Карельск. Фил. АН СССР, 1985. — С. 120-128.
14. Лапин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции / П.И. Лапин // Бюл. Гл. ботан. сада. — 1967. — Вып. 65. — С. 13-18.
15. Малаховец П.М. Деревья и кустарники дендросада Архангельского государственного технического университета / П.М. Малаховец, В.А. Тисова. — Архангельск: АГТУ, 1999. — 50 с.
16. Малаховец П.М. Фенологические наблюдения за сезонным развитием деревьев и кустарников / П.М. Малаховец, В.А. Тисова. — Архангельск: Изд-во АГТУ, 1999. — 48 с.
17. Молчанов А.А. Методика изучения прироста древесных растений / А.А. Молчанов, В.В. Смирнов. — М.: Наука, 1967. — 100 с.
18. Фёдоров А.А. Жизнь растений: в 6 т. / Под ред. А.А. Фёдорова. — М.: Просвещение, 1978. — Т. 4: Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения. — С. 350-374.
19. Arhivpogodi.ru. История погоды в любой точке мира с 1979 года. — URL: <https://arhivpogodi.ru/arhiv/arhangel'sk/2023/srednesutochnaya-temperatura> (дата обращения: 10.06.2023)
20. Eckenwalder J.E. Conifers of the World Timber Press / J.E. Eckenwalder. — Portland: Oregon, 2009. — 744 p.
21. Farjon A. A Handbook of the World's Conifers: Revised and Updated Edition / A. Farjon. — Leiden; Boston: BRILL, 2010. — 111 p.
22. Rossi S. Comparing Needle and Shoot Phenology with Xylem Development on Three Conifer Species in Italy / S. Rossi, C.B.K. Rathgeber, A. Deslauriers // Annals of Forest Science. — 2009. — Vol 66. — P. 206. — DOI: 10.1051/forest/2008088
23. WFO (2023): Всемирная флора онлайн. — URL: <http://www.worldfloraonline.org> (дата обращения: 08.06.2023)
24. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями / Н.Е. Булыгин. — Л.: ЛТА, 1979. — 96 с.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Amosov P.N. Krasnaja kniga Arhangel'skoj oblasti [Red Book of Arkhangelsk Oblast] / P.N. Amosov, V.A. Andreev, N.I. Asoskova [et al.] — Arkhangelsk, 2008. — 356 p. [in Russian]
2. Babarykina I.V. Jekologicheskie osobennosti sezonnogo rosta pobegov hvojnnyh vidov drevesnyh rastenij v g. Omske [Ecological Features of Seasonal Growth of Shoots of Coniferous Species of Woody Plants in Omsk] / I.V. Babarykina, A.I. Grigor'eva. — Omsk: Omsk State Pedagogical University, 2006. — №3 (36). — P. 161-164. [in Russian]
3. Babich N.A. Introducenty v zelenom stroitel'stve severnyh gorodov [Introducers in Green Building in Northern Cities] / N.A. Babich, O.S. Zalyvskaja, G.I. Travnikova. — Arkhangelsk: ASTU, 2008. — 144 p. [in Russian]
4. Bulygin N.E. Biologicheskie osnovy dendrofenologii [Biological Basis of Dendrophenology] / N. E. Bulygin. — L.: LTA, 1982. — 80 p. [in Russian]
5. Bryncev V.A. Znachenie fenologicheskikh faz pri vyrashhivanii sejancev sosny obyknovenoj [Significance of Phenological Phases in Growing Pine Seedlings] / V.A. Bryncev, A. Zare // Lesnoj vestnik [Forest Bulletin]. — 2007. — № 1. — P. 39-41. [in Russian]
6. Grigor'ev A.I. Vlijanie pogodnyh uslovij na sezonnyj rost v vysotu hvojnnyh rastenij v lesostepnoj zone Omskoj oblasti [Influence of Weather Conditions on Seasonal Growth in Height of Coniferous Plants in the Forest-Steppe Zone of Omsk Oblast] / A.I. Grigor'ev // Prirodnye resursy Omskoj oblasti i ih racional'noe ispol'zovanie [Natural Resources of Omsk Oblast and Their Rational Use]. — Omsk, 1985. — P. 56-59. [in Russian]
7. Grigor'ev A.I. Osobennosti rosta v vysotu hvojnnyh porod v uslovijah introdukcii [Features of Coniferous Growth in Height under Conditions of Introduction] / A.I. Grigor'ev // Tezisy soveshhanie. Sovremennye problemy introdukcii drevesnyh rastenij v Sibiri [Meeting Theses. Modern Problems of Introduction of Woody Plants in Siberia]. — Novosibirsk, 1988. — P. 42-43. [in Russian]
8. Gribov S.E. Ocenka perspektivnosti ispol'zovanija listvennicy sibirskoj (*Larix sibirica*) v ozelenenii g. Vologdy [An Assessment of the Prospectivity of Siberian larch (*Larix sibirica*) Use in the Landscaping of Vologda] / S.E. Gribov, A.A. Karbasnikov, E.B. Karbasnikova [et al.] // Lesnoj zhurnal [Forestry Journal]. — 2017. — № 2. — P. 95-106. — DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.2.95 [in Russian]

9. Grigor'ev A.I. Jekologo-fiziologicheskie osnovy adaptacii drevesnyh rastenij v lesostepi Zapadnoj Sibiri [Ecological and Physiological Basis of Adaptation of Woody Plants in the Forest Steppe of Western Siberia] / A.I. Grigor'ev. — Omsk: Progress, 2003. — 112 p. [in Russian]
10. Demidova N.A. Predstaviteli semejstva sosnovye (Pinaceae Lindl.) severoamerikanskoy flory v kollekcii dendrologicheskogo sada FBU «SevNIILH» [Representatives of the Pine family (Pinaceae Lindl.) of the North American Flora in the Collection of the Dendrological Garden of FBU "NorthNIILH"] / N.A. Demidova, T.M. Durkina, L.G. Gogoleva [et al.] // Lesnoj zhurnal [Forest Journal]. — 2021. — №4. — P. 36-54. — DOI: 10.37482/0536-1036-2021-4-36-54. [in Russian]
11. Elagina V.A. Nekotorye osobennosti rosta drevesnyh rastenij [Some Features of Growth of Woody Plants] / V.A. Elagina, V.G. Lukanina // IZVUZ. Lesnoj zhurnal [Proc. of Univ. Forest Journal]. — 1972. — №1. — P. 9-12. [in Russian]
12. Zarubina L.V. Sezonnij rost sosny obyknovennoj na zabolochennyh pochvah Severa [Seasonal Growth of Common Pine on Waterlogged Soils of the North] / L.V. Zarubina, R.S. Hamitov // Izvestija vuzov. Lesnoj zhurnal [Proceedings of Universities. Forest Journal]. — 2021. — Iss. 3. — P. 86-100. — DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-86-100. [in Russian]
13. Kishhenko I.T. Sezonnij rost sosnovykh drevostoev v Karelii. Sistema lesohozjajstvennykh meroprijatij v sosnovykh lesah Karelii [Seasonal Growth of Pine Stands in Karelia. System of Forest Management Measures in the Pine Forests of Karelia] / I.T. Kishhenko. — Petrozavodsk: Publishing house of the Forest Institute of Karelia. Branch of the Karelian Academy of Sciences, 1985. — P. 120-128. [in Russian]
14. Lapin P.I. Sezonnij ritm razvitiya drevesnyh rastenij i ego znachenie dlya introdukcii [Seasonal Rhythm of Development of Woody Plants and Its Significance for Introduction] / P.I. Lapin // Byul. Gl. botan. sada [Main Bulletin of the Botanical Garden]. — 1967. — Iss. 65. — P. 13-18. [in Russian]
15. Malahovec P.M. Derev'ja i kustarniki dendrosada Arhangel'skogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta [Trees and Shrubs of the Arkhangelsk State Technical University Dendrological Garden] / P.M. Malahovec, V.A. Tisova. — Arkhangelsk: ASTU, 1999. — 50 p. [in Russian]
16. Malahovec P.M. Fenologicheskie nabljudenija za sezonnym razvitiem derev'ev i kustarnikov [Phenological Observations of Seasonal Development of Trees and Shrubs] / P.M. Malahovec, V.A. Tisova. — Arkhangelsk: Publishing House of ASTU, 1999. — 48 p. [in Russian]
17. Molchanov A.A. Metodika izuchenija prirosta drevesnyh rastenij [Methods of Studying the Growth of Woody Plants] / A.A. Molchanov, V.V. Smirnov. — M.: Nauka, 1967. — 100 p. [in Russian]
18. Fjodorov A.A. Zhizn' rastenij: v 6 t. [Life of Plants: in 6 vol.] / Ed. by Fjodorov. — M.: Prosveshhenie, 1978. — Vol. 4 : Mhi. Plauny. Hvoshhi. Paprotniki. Golosemennye rastenija [Mosses. Plaunas. Horsetails. Ferns. Holo-seeded plants]. — P. 350-374. [in Russian]
19. Arhivpogodi.ru. Istorija pogody v ljuboj tochke mira s 1979 goda [Arhivpogodi.ru. History of weather anywhere in the world since 1979]. — URL: <https://arhivpogodi.ru/arhiv/arhangel'sk/2023/srednesutochnaya-temperatura> (accessed: 10.06.2023) [in Russian]
20. Eckenwalder J.E. Conifers of the World Timber Press / J.E. Eckenwalder. — Portland: Oregon, 2009. — 744 p.
21. Farjon A. A Handbook of the World's Conifers: Revised and Updated Edition / A. Farjon. — Leiden; Boston: BRILL, 2010. — 111 p.
22. Rossi S. Comparing Needle and Shoot Phenology with Xylem Development on Three Conifer Species in Italy / S. Rossi, C.B.K. Rathgeber, A. Deslauriers // Annals of Forest Science. — 2009. — Vol 66. — P. 206. — DOI: 10.1051/forest/2008088
23. WFO (2023): Vsemirnaja flora onlajn [WFO (2023): World Flora Online]. — URL: <http://www.worldfloraonline.org> (accessed: 08.06.2023) [in Russian]
24. Bulygin N.E. Fenologicheskie nabljudenija nad drevesnymi rastenijami [Phenological Observations on Woody Plants] / N.E. Bulygin. — L.: LTA, 1979. — 96 p. [in Russian]