

## ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ СПЕКТР МОЛОДНЯКА ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

П. Г. Мельник<sup>1</sup>, А. А. Мартыненко<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет) – Мытищинский филиал  
Российская Федерация, 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, 1

<sup>2</sup>ФБУ «Российский музей леса»  
Российская Федерация, 115054, г. Москва, 5-й Монетчиковский пер., 4  
E-mail: melnik\_petr@bk.ru

**Аннотация.** Приведены результаты фенологических наблюдений за лиственницей европейской (*Larix decidua* Mill.) естественного происхождения в условиях интродукции. В центре Русской равнины все виды лиственницы являются интродуцентами, поэтому изучение их фенологии поможет определить, насколько хорошо они адаптировались к новым условиям в ареале интродукции. Исследования выполнялись в Никольской лесной даче, расположенной в северо-восточной части Московской области на стыке двух лесорастительных районов – елово-широколиственных лесов Клинско-Дмитровской гряды и сосновых лесов Мещёры. Предметом исследований являлся молодняк (самосев и подрост) естественного происхождения в условиях простой субори (B<sub>2</sub>) на территории ближней части Никольской лесной дачи, образовавшийся от материнских насаждений, достигших к настоящему времени VIII класса возраста. Программа фенологических наблюдений за лиственницей включала в себя исследование основных фенологических фаз (набухание почек, распускание хвои, обособление хвои, пожелтение хвои и опадение хвои), а также биометрические измерения годичных приростов побегов в течение всего вегетационного периода 2024 года. Отмечено наличие вечнозелёной хвои у самосева лиственницы европейской естественного происхождения. Изученный полный цикл сезонного развития молодняка лиственницы европейской естественного происхождения показывает, что данная древесная порода хорошо акклиматизировалась к условиям северо-востока Подмосковья, демонстрируя длинный вегетационный период (194 дня) и хорошие показатели роста. Полученные данные необходимо использовать при проектировании лесоводственных уходов за молодняками лиственницы европейской естественного происхождения, выполнение которых целесообразно в мае.

**Ключевые слова:** фенология, лиственница европейская, *Larix decidua* Mill., сезонное развитие, фенологический спектр.

Conifers of the boreal area. 2025, Vol. XLIII, No. 5, P. 36–42

## PHENOLOGICAL SPECTRUM OF NATURAL ORIGIN YOUNG EUROPEAN LARCH IN THE INTRODUCTION CONDITIONS

P. G. Melnik<sup>1</sup>, A. A. Martynenko<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Bauman Moscow State Technical University (National Research University) – Mytishchi branch  
1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russian Federation

<sup>2</sup>Russian Forest Museum  
4, 5th Monetchikovsky lane, 115054, Moscow, Russian Federation  
E-mail: melnik\_petr@bk.ru

**Annotation.** The phenological observations results of natural origin European larch (*Larix decidua* Mill.) under the introduction conditions are presented. In the center of the Russian Plain, all larch species are the introducers, so studying their phenology will help determine how well they have adapted to the new conditions in the introduction area. The research was carried out in Nikolskaya lesnaya dacha (Nikolskaya forest estate), located in Moscow region northeastern part at the junction of two forest-growing areas – the spruce-deciduous forests of the Klin-Dmitrov ridge and the pine forests of Meshchera. The research subject was natural origin young (self-seeding and young growth) in B<sub>2</sub> conditions in the territory of the near part of the Nikolskaya lesnaya dacha (Nikolskaya forest estate), formed from maternal plantations that have now stand age class VIII. The larch phenological observations program included the study of the main phenological phases (buds swelling, needles budding, needles separation, needles yellowing and needles falling), as well as apical shoots growth biometric measurements during the entire growing season of 2024. The presence of

evergreen needles in natural origin self-seeding European larch was noted. The studied seasonal development full cycle of natural origin young European larch shows that this tree species has acclimatized well to Moscow region north-east conditions, demonstrating a long growing season (194 days) and good growth rates. The data obtained should be used in the forestry care design for natural origin young European larch, which is advisable to perform in the May.

**Keywords:** phenology, European larch, *Larix decidua* Mill., seasonal development, phenological spectrum.

## ВВЕДЕНИЕ

Фенология как наука имеет большое практическое значение для лесного хозяйства [11]. Издавна все лесохозяйственные и сельскохозяйственные работы проводились по так называемому природному календарю, основанному на фенологических наблюдениях. Фенологические наблюдения позволяют установить закономерности между временем наступления фаз у растений-индикаторов и оптимальными сроками работ по искусственному лесовосстановлению [12]. Вместе с метеорологическими данными фенологические наблюдения характеризуют многолетние климатические изменения и их влияние на функционирование экосистем. Советский лесовод Н. П. Сахаров утверждал, что осуществление серьёзных лесохозяйственных мероприятий невозможно без точного знания особенностей сезонного развития отдельных лесных пород [18]. Основной лесобразующей породой в России является лиственница, все её виды внешне довольно похожи [4]. Однако фенофазы у разных видов лиственницы наступают неодновременно. И если фенофазам роста и вызревания генеративных органов при изучении древесной породы уделяется много внимания, то сезонный рост и развитие хвои практически не исследуются [4; 5]. Между тем, именно эти параметры позволяют определить продолжительность вегетационного периода и интенсивность прироста древесины, прямо влияющие на лесоводственную и экономическую ценность породы. Кроме того, степень пожелтения хвои у лиственницы играет важную роль при распознавании её видов по спектральным признакам [22].

Лиственница европейская (*Larix decidua* Mill.) на территории Русской равнины является интродуцентом, она представлена в лесных культурах Владимирской, Ленинградской, Московской, Новгородской, Псковской, Смоленской областей и Республики Мордовия на площади от 123,4 га в 50-х годах [2] до 100 га в 90-х годах XX века [3]. На территории Московской и сопредельных областей есть довольно большие участки спелых лесных культур лиственницы, чистые по составу и в смешении с коренными породами, а также имеются многолетние стационарные научные наблюдения за ними с момента посадки до достижения возраста спелости [14]. Среди них наиболее известны объекты лесоводственного мониторинга культур лиственницы европейской лесничего К. Ф. Тюрмера в Порецком и Андреевском лесничествах (Московская и Владимирская область) [13], географические культуры лиственницы лесничего П. И. Дементьева в Бронницком лесничестве [20] и лесные культуры лиственницы европейской лесничего Готтгея в Никольской лесной даче (Московская область) [15]. Кроме лесоводственного мониторинга, в Никольской

лесной даче с 2007 года выполняются исследования дальности эффективной диссеминации и динамики естественного возобновления лиственницы европейской как экспериментальная основа для изучения закономерностей расселения и миграционных возможностей вида [10]. По данным последнего лесоустройства, выполненного в 2019 году, площадь, на которой произрастает эта порода в Никольской лесной даче, возросла на 3,4 га исключительно за счёт естественного возобновления. Из классических работ известно, что подрост, даже если он не используется для лесовозобновления, всегда показывает устойчивость и жизнеспособность древесных пород, что особенно важно для пород-интродуцентов, которой является лиственница европейская [19]. В центре Русской равнины все виды лиственницы являются интродуцентами, поэтому изучение их фенологии поможет определить, насколько они устойчивы и адаптировались к новым условиям в ареале интродукции. Между тем известно, что данные фенологических наблюдений необходимы для определения возможности применения растений в новых условиях произрастания, так как отслеживание сезонного развития растений показывает их взаимоотношения и влияние на них внешних факторов. А. А. Боровикова и А. М. Антонов отмечают: «Данные фенологических наблюдений имеют большое значение для определения возможности применения растений в новых зонах произрастания. Отслеживание фенологических фаз развития растений даёт представление картины их взаимоотношений и влияния на них окружающей среды» [1].

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является изучение сезонного развития естественного возобновления (самосева и подрост) лиственницы европейской (*Larix decidua* Mill.) в условиях северо-востока Московской области.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнялись в Никольской лесной даче, расположенной в северо-восточной части Московской области на стыке двух лесорастительных районов – елово-широколиственных лесов Клиньско-Дмитровской гряды и сосновых лесов Мещёры. На рубеже XIX–XX веков здесь был заложен «фундамент правильного, интенсивного ведения лесного хозяйства» [15]. Лиственничные культуры, созданные в 1870–1872 гг. в Никольской лесной даче, считаются старейшими посевными культурами лиственницы в Центральной России [17]. Предметом наших исследований является молодняк (самосев и подрост) естественного происхождения в условиях простой субори (В<sub>2</sub>) на территории ближней части Никольской лесной

дачи, образовавшийся от материнских насаждений лиственницы европейской, достигших к настоящему времени VIII класса возраста.

Весной 2024 года было подобрано два участка, на каждом из которых отобрано и отмечено по 51 экземпляру лиственницы для фенологических наблюдений. На первом участке был представлен подрост лиственницы (высотой выше 50 см), на втором – самосев (высотой до 50 см).

Для составления программы фенологических наблюдений в Никольской даче были основательно проработаны наиболее часто применяемые методики фенологических наблюдений: методика ведения фенологических наблюдений Русского географического общества, программа №3 фенологических наблюдений над хвойными Никитского ботанического сада (г. Ялта) и методика фенологических наблюдений над лиственницей Ботанического сада Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону) [6; 16; 21]. В таблице 1 представлено сравнение всех трёх методик и обозначений фенологических фаз, а также определена методика наших исследований.

После сравнения перечисленных методик нами была составлена программа фенологических наблюдений за лиственницей [8], включающая в себя исследование основных фенологических фаз (распускание почек, обособление хвои, пожелтение хвои и опадение хвои), а также биометрические измерения приростов годичных побегов измерительной линейкой (ГОСТ 427-75), в течение всего вегетационного периода. Наблюдения проводились с периодичностью 1 раз в неделю на протяжении всего вегетационного периода, на всех объектах выполнялась фотофиксация основных фенофаз. Фенологическая фаза считалась наступившей, если её проявление наблюдалось у 50 процентов изучаемых деревьев. Фенологическая

фаза считалась завершившейся, если наступала у более чем 90 процентов изучаемых деревьев.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Фенологические наблюдения за молодняком лиственницы проводились в течение всего вегетационного сезона 2024 года, первые наблюдения были произведены 12 апреля. В этот день у 75 экземпляров лиственницы была отмечена фаза распускания хвои, ещё 27 экземпляров находились на стадии набухания почек. Примечательно, что на растениях, большую часть зимы полностью покрытых снегом, на концах веток сохранились прошлогодние экземпляры зелёных хвоинок (рис. 1). Похожее явление описано профессором В. П. Тимофеевым в монографии «Лесные культуры лиственницы»: «У лиственницы европейской значительная часть хвои первого года, побурев, перезимовывает, не опадая до весны следующего года» [20]. В нашем случае это была более поздняя, вполне жизнеспособная зелёная хвоя. Это явление наблюдалось и приводится в диссертационной работе Л. П. Мельник [9], свидетельствующее о том, что предковые формы лиственницы были вечнозелёные.

18 апреля появились хвоинки почти у всех наблюдаемых растений. 23 апреля у 53 экземпляров наступила фаза обособления хвои. 3 мая она наступила полностью у всех экземпляров подростка, 17 мая – у всех без исключения исследуемых растений.

23 апреля было произведено первое измерение годичных приростов у подростка. Измерение прироста у самосева началось на неделю позже, 3 мая. 28 июля прирост вертикального побега у одного из экземпляров подростка прекратился. 1 августа прекращение прироста было отмечено ещё у двух экземпляров. Однако 28 июля у некоторых экземпляров подростка был отмечен вторичный за вегетационный период прирост (рис. 2).

Таблица 1  
Сравнение учитываемых фенологических фаз по разным методикам

| Методика РГО [16]                | Никитский ботанический сад [21]    | Ботанический сад ЮФУ [6]       | Методика авторов |
|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------|
| Вегетация                        |                                    |                                |                  |
| Начало сокодвижения              | –                                  | –                              | –                |
| Набухание почек                  | Разверзание почек                  | Набухание генеративных почек   | +                |
| Начало роста побегов             | Опробкование побегов по всей длине | Рост побегов (начало)          | +                |
|                                  |                                    | Рост побегов (окончание)       |                  |
|                                  |                                    | Рост побегов (вторичный)       |                  |
| Начало распускания почек         | Рост необособившейся хвои          | Распускание генеративных почек | +                |
| Начало развёртывания хвои        | Охвоение побегов                   | Обособление хвои (начало)      | +                |
|                                  | Рост и вызревание молодой хвои     | –                              | +                |
| Полное охвоение                  | Завершение роста и вызревания хвои | Обособление хвои (полное)      | +                |
| Окончание вегетации              |                                    |                                |                  |
| Начало осеннего окрашивания хвои | Зрелая хвоя окраски не меняет      | Осеннее окрашивание (начало)   | +                |
| Запестрение                      | Расцветчивание отмирающей хвои     |                                | –                |
| Массовое окрашивание             |                                    | Осеннее окрашивание (массовое) | +                |
| Полное пожелтение                | +                                  |                                |                  |
| Начало хвоепада                  | Опадение хвои                      | Хвоепад (начало)               | +                |
| Начало массового хвоепада        |                                    | Хвоепад (массовый)             | –                |
| Массовый хвоепад                 |                                    |                                | –                |
| Конец хвоепада                   |                                    | Хвоепад (конец)                | +                |
| –                                | Опадение отмирающих ветвей         | –                              | –                |



Рис. 1. Прошлоголетняя хвоя у самосева лиственницы европейской (12 апреля 2024 г.)



Рис. 2. Вторичная хвоя на подросте (28 июля 2024 г.)

На деревьях из пучков уже потемневшей весенней хвои появились пучки свежих хвоинок, также были отмечены новые побеги бокового ветвления (рис. 3). Практически у всех экземпляров самосева и подроста наличие вторичного прироста было зафиксировано 10 августа. Причины появления второго за вегетационный период прироста древесных растений хорошо описаны в монографии П. Д. Крамера и Т. Т. Козловского «Физиология древесных растений»: «У некоторых деревьев в конце вегетационного периода наблюдается аномальный взрыв побегообразования из только что сформированных почек, которые должны были бы раскрыться на следующий год... [Их] формированию... часто способствуют обильные осадки в конце вегетационного периода». Такие побеги могут стать причиной искривления ствола, также между ними может наблюдаться конкуренция за становление вершиной [7].

5 сентября на 13 растениях были отмечены первые признаки пожелтения хвои. Отмечено, что в более влажных микроклиматических условиях лиственница желтеет позже, только с наступлением устойчивого ночного похолодания. Экземпляры, произрастающие в более засушливых условиях, начинают сбрасывать высохшую хвою задолго до начала фазы пожелтения. Так, 9 октября большинство ещё зелёных экземпляров лиственницы осыпались в нижней части, в то время как массовое пожелтение крон (более половины кроны каждого дерева) было отмечено лишь в конце октября. В 2024 г. осень была довольно тёплой, поэтому наблюдения продолжались вплоть до 20 ноября, когда пожелтела и осыпалась хвоя практически у всего подроста. К тому времени значительную часть зелёной кроны сохранило лишь два экземпляра самосева, у остальных зелёная хвоя была только на годичных побегах.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По итогам первого сезона фенологических наблюдений был составлен общий фенологический спектр

для молодняка лиственницы европейской естественного происхождения на территории Никольской лесной дачи, а также график годичных приростов самосева и подроста по декадам.

Фенологический спектр (рис. 4) показывает все основные фазы сезонного развития молодняка лиственницы. На нём не отражена лишь фаза набухания почек, так как в эту же декаду массово наступила фаза распускания хвои. Зелёной стрелкой на спектре показана продолжительность годичного прироста побегов. В первой и второй декаде августа обозначена фаза обособления хвои – это вторичный прирост хвоинок и боковых побегов, описанный и показанный в экспериментальной части. Фаза частичного хвоепада указана до наступления полного пожелтения хвои, что объясняется засушливым летом, в результате которого деревья преждевременно потеряли довольно большую часть хвои. Генеративные фенофазы на спектре не показаны, так как все исследуемые растения ещё находятся в ювенильной стадии онтогенеза. Продолжительность вегетационного периода молодняка лиственницы европейской в 2024 году составила 194 дня.

В табл. 2 представлены данные о годичном приросте побегов самосева и подроста лиственницы европейской по месяцам вегетационного периода 2024 года.

Из табл. 2 видно, что пик активного роста пришёлся на июнь-июль, при этом подрост имеет более высокую энергию роста, чем самосев. Биометрические измерения приростов растений за первый месяц активной вегетации составили 2,6 см у подроста и 2,5 см у самосева. К концу вегетации средний прирост подроста достигал 31,4 см (максимальный отмеченный прирост – 68,5 см, минимальный – 6,4 см), самосева – 19,0 см (максимальный – 43,7 см, минимальный – 5,1 см). Для наглядности был составлен подробный график подекадного прироста самосева и подроста лиственницы европейской с указанием среднего прироста в миллиметрах (рис. 5).



Рис. 3. Вторичный прирост лиственницы (1 августа 2024 г.)

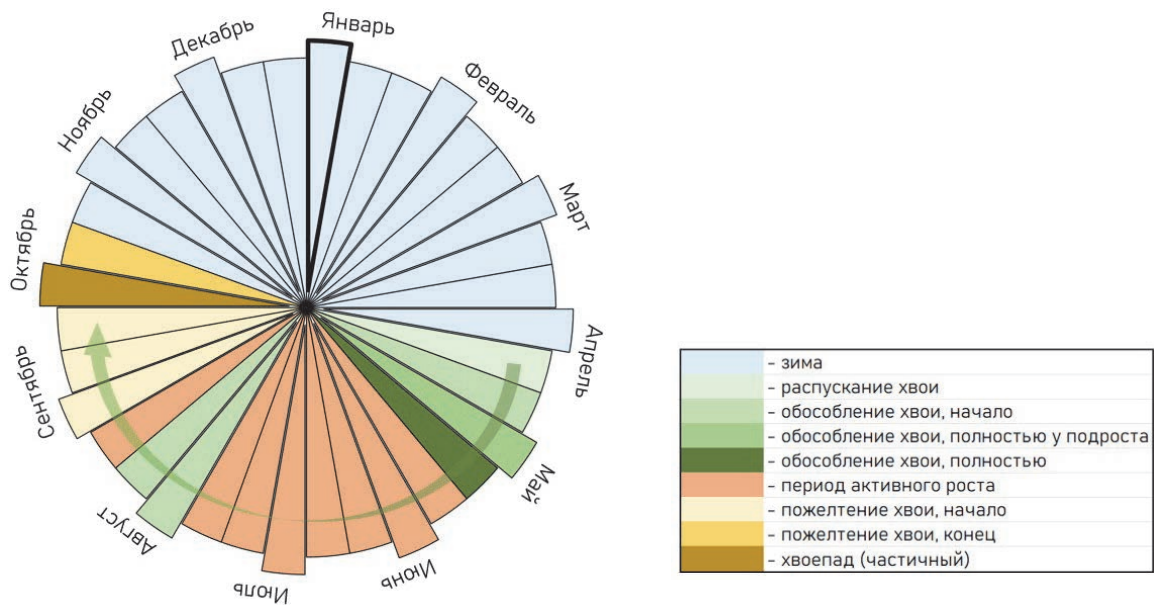


Рис. 4. Фенологический спектр молодняка лиственницы европейской 2024 года

Таблица 2  
Средний прирост лиственницы европейской в высоту за вегетационный период 2024 г. по месяцам в Никольской лесной даче

| Категория | Прирост по месяцам, см |     |      |      |        |          | Общий прирост, см |
|-----------|------------------------|-----|------|------|--------|----------|-------------------|
|           | апрель                 | май | июнь | июль | август | сентябрь |                   |
| Подрост   | 0,7                    | 2,6 | 10,4 | 10,8 | 5,9    | 1,0      | 31,4              |
| Самосев   | 0,0                    | 2,5 | 5,1  | 5,1  | 5,0    | 1,3      | 19,0              |

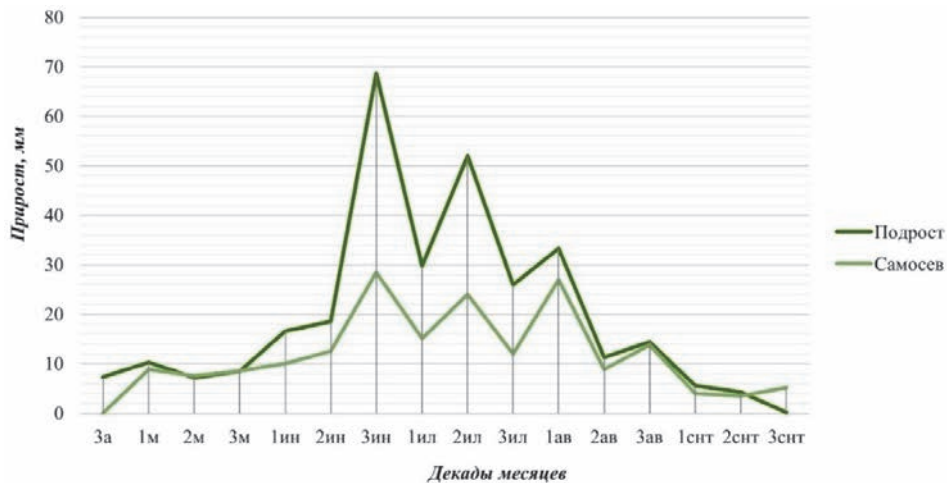


Рис. 5. Прирост молодняка лиственницы европейской по декадам за 2024 год

Как видно из графика, за вегетационный период у лиственницы европейской наблюдается три пика максимального прироста – в конце июня, в середине июля и начале августа. При этом в целом период активного роста годичных побегов лиственницы в условиях Подмоскovie довольно продолжительный – с конца апреля (у самосева – с начала мая) до начала октября (у подростка – до конца сентября) и составляет 194 дня. Из графика следует, что самосев начинает и заканчивает вегетацию на неделю позже, чем подросток. По нашему мнению, это обусловливается различием положительных температур у поверхности почвы и на уровне кроны подростка. Так, весной температура у поверхности почвы ниже, чем сверху, поэтому почки у самосева просыпаются позже. Осенью, наоборот, почва дольше сохраняет тепло, поэтому низкие экземпляры дольше остаются зелёными.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изученный полный цикл сезонного развития молодняка лиственницы европейской естественного происхождения показывает, что данная древесная порода хорошо акклиматизировалась к условиям северо-востока Подмоскovie, демонстрируя длинный вегетационный период (194 дня). На продолжительность вегетационного периода лиственницы европейской влияют высота дерева и микроклиматические условия (влажность и освещённость). Отмечено, что подросток начинает и заканчивает вегетацию раньше самосева. Средний прирост побегов лиственницы в 2024 году составил 31,4 см у подростка и 19,0 см у самосева. Полученные данные необходимо использовать при проектировании лесоводственных уходов за молодняками лиственницы европейской естественного происхождения, выполнение которых целесообразно в мае.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

- Боровикова А. А., Антонов А. М. Сезонное развитие и качество семян видов рода *Larix* Mill. // Научосфера. 2022. № 6 (1). С. 146–151.
- Букштынов А. Д. Лесоводственные особенности лиственницы и её народнохозяйственное значение // Внедрение лиственницы в лесные насаждения. М.-Л. : Гослесбумиздат, 1956. С. 43–77.

- Дроздов И. И., Дроздов Ю. И. Лесная интродукция : учеб. пособие. М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. 136 с.
- Дылис Н. В. Лиственница. М. : Лесная пром-ть, 1981. 96 с.
- Капер О. Г. Хвойные породы. М.-Л. : Гослесбумиздат, 1954. 303 с.
- Козловский Б. Л., Куропятников М. В., Федорина О. И. Фенология древесных интродуцентов Ботанического сада ЮФУ. Ростов-на-Дону ; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. 228 с.
- Крамер П. Д., Козловский Т. Т. Физиология древесных растений : пер. с англ. М. : Лесная пром-сть, 1983. 464 с.
- Мартыненко А. А., Мельник П. Г. Фенологические особенности различных видов лиственницы в условиях интродукции // Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и Дальнего Востока: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (10–11 октября 2024 г.). Хабаровск, 2024. С. 159–164.
- Мельник Л. П. Особенности диссеминации и естественного возобновления лиственницы европейской в центре Русской равнины : дис. ... канд. с.-х. наук 06.03.02. Успенское, 2022. 144 с.
- Мельник Л. П., Мерзленко М. Д. Динамика участия лиственницы в составе естественного возобновления за пределами её ареала // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2021. № 4 (52). С. 19–31. DOI: <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2021.4.19>
- Мельник П. Г. Выявление быстрорастущих экотипов ели для целевого лесовосстановления на территории Смоленско-Московской возвышенности : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.: МГУЛ, 1996. 18 с.
- Мерзленко М. Д. Ценность фенологических наблюдений для лесохозяйственного производства // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2006. № 1. С. 37–40.
- Мерзленко М. Д. Эталон деятельности лесовода. М. : Изд. дом Рученькиных, 2022. 174 с.
- Мерзленко М. Д., Бабиц Н. А. Лесные культуры лиственницы на европейской территории России. Архангельск : САФУ, 2021. 128 с.

15. Мерзленко М. Д., Мельник П. Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. М. : ФБГОУ ВПО МГУЛ, 2015. 112 с.

16. Методика ведения фенологических наблюдений / Д. Р. Владимиров, А. А. Гладили, А. Е. Гнеденко и др. М. : Альпина ПРО, 2023. 208 с.

17. Писаренко А. И., Мерзленко М. Д. Создание искусственных лесов. М. : Агропромиздат, 1990. 270 с.

18. Сахаров Н. П. Фенологические наблюдения – на службу лесному хозяйству. Харьков : Харьковское книжное изд-во, 1961. 48 с.

19. Тимофеев В. П. Природа и насаждения Лесной опытной дачи Тимирязевской сельскохозяйственной академии за 100 лет. М. : Лесная пром-сть, 1965. 168 с.

20. Тимофеев В. П. Лесные культуры лиственницы. М. : Лесная промышленность, 1977. 216 с.

21. Фенологические наблюдения над хвойными, методические указания. Никитский ботанический сад. Ялта, 1973. 48 с.

22. Dmitriev E. V., Sokolov A. A., Kozoderov V. V., Delbarre H., Melnik P. G., Donskoi S. A. Spectral-texture classification of high resolution satellite images for the state forest inventory in Russia. Proc. SPIE 11149, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology, 2019, t. XXI, vol. 111491J. DOI: 10.1117/12.2532965

## REFERENCES

1. Borovikova A. A., Antonov A. M. Sezonnoe razvitiye i kachestvo semyan vidov roda *Larix* Mill. // Naukosfera. 2022. № 6 (1). S. 146–151.

2. Bukshtynov A. D. Lesovodstvennyye osobennosti listvennitsy i ee narodnokhozyaystvennoye znachenie // Vnedrenie listvennitsy v lesnye nasazhdeniya. M.-L. : Goslesbumizdat, 1956. S. 43–77.

3. Drozdov I. I., Drozdov Yu. I. Lesnaya introduktsiya : ucheb. posobie. M. : GOU VPO MGUL, 2005. 136 s.

4. Dylis N. V. Listvennitsa. M. : Lesnaya prom-t', 1981. 96 s.

5. Kapper O. G. Khvoynye porody. M.-L. : Goslesbumizdat, 1954. 303 s.

6. Kozlovskiy B. L., Kuropyatnikov M. V., Fedorinova O. I. Fenologiya drevesnykh introdutsentov Botanicheskogo sada YuFU. Rostov-na-Donu ; Taganrog : Izd-vo YuFU, 2020. 228 s.

7. Kramer P. D., Kozlovskiy T. T. Fiziologiya drevesnykh rasteniy : per. s ang. M. : Lesnaya promyshlennost', 1983. 464 s.

8. Martynenko A. A., Mel'nik P. G. Fenologicheskie osobennosti razlichnykh vidov listvennitsy v usloviyakh introduktsii // Intensifikatsiya ispol'zovaniya i vosproizvodstva lesov Sibiri i Dal'nego Vostoka : materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem

(10–11 oktyabrya 2024 g.). Khabarovsk, 2024. S. 159–164.

9. Mel'nik L. P. Osobennosti disseminatsii i estestvennogo vozobnovleniya listvennitsy evropeyskoy v tsentre Russkoy ravniny : dis. ... kand. s.-kh. nauk 06.03.02. Uspenskoe, 2022. 144 s.

10. Mel'nik L. P., Merzlenko M. D. Dinamika uchastiya listvennitsy v sostave estestvennogo vozobnovleniya za predelami ee areala // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie. 2021. № 4 (52). S. 19–31. DOI: <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2021.4.19>

11. Mel'nik P. G. Vyyavlenie bystrorastushchikh ekotipov eli dlya tselevogo lesovosstanovleniya na territorii Smolensko-Moskovskoy vozvysheynosti : avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. M.: MGUL, 1996. 18 s.

12. Merzlenko M. D. Tsennost' fenologicheskikh nablyudeniy dlya lesokhozyaystvennogo proizvodstva // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik. 2006. № 1. S. 37–40.

13. Merzlenko M. D. Etalon deyatel'nosti lesovoda. M. : Izdatel'skiy dom Ruchen'kinykh, 2022. 174 s.

14. Merzlenko M. D., Babich N. A. Lesnye kul'tury listvennitsy na evropeyskoy territorii Rossii. Arkhangel'sk : SAFU, 2021. 128 s.

15. Merzlenko M. D., Mel'nik P. G. Opyt lesovodstvennogo monitoringa v Nikol'skoy lesnoy dache. M. : FBGOU VPO MGUL, 2015. 112 s.

16. Metodika vedeniya fenologicheskikh nablyudeniy / D. R. Vladimirov, A. A. Gladilin, A. E. Gnedenko i dr. M. : Al'pina PRO, 2023. 208 s.

17. Pisarenko A. I., Merzlenko M. D. Sozdanie iskusstvennykh lesov. M. : Agropromizdat, 1990. 270 s.

18. Sakharov N.P. Fenologicheskie nablyudeniya – na sluzhbu lesnomu khozyaystvu. Khar'kov : Khar'kovskoe knizhnoye izd-vo, 1961. 48 s.

19. Timofeev V. P. Priroda i nasazhdeniya Lesnoy opyt'noy dachi Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii za 100 let. M. : Lesnaya promyshlennost', 1965. 168 s.

20. Timofeev V. P. Lesnye kul'tury listvennitsy. M. : Lesnaya promyshlennost', 1977. 216 s.

21. Fenologicheskie nablyudeniya nad khvoynymi, metodicheskie ukazaniya. Nikitskiy botanicheskiy sad. Yalta, 1973. 48 s.

22. Dmitriev E. V., Sokolov A. A., Kozoderov V. V., Delbarre H., Melnik P. G., Donskoi S. A. Spectral-texture classification of high resolution satellite images for the state forest inventory in Russia. Proc. SPIE 11149, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology, 2019, t. XXI, vol. 111491J. DOI: 10.1117/12.2532965

© Мельник П. Г., Мартыненко А. А., 2025