

УДК 630\*561.24

## КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ В МОСКОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ЛЕСА

Сарапкина Е.В.

*Московский Государственный Университет Леса, Москва, Россия, (141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ), e-mail: [dendro@mgul.ac.ru](mailto:dendro@mgul.ac.ru)*

Московский Лесотехнический Институт был основан в 1919 г. В период 1919-1943 гг. он неоднократно прерывал свою работу, подвергался реорганизациям и переименованиям. В настоящее время это Московский Государственный Университет Леса. В статье дается краткий обзор истории развития исследований годичных колец в этом вузе начиная с 1934 г. Исследование базируется на данных анализа более чем 30 литературных источников, в том числе работ Л.М. Перельгина, И.С. Мелехова, А.И. Воронцова, Е.Г. Мозолева, И.И. Дроздова, В.С. Николаевского, В.А. Липаткина, В.Г. Санаева, О.В. Чернышенко, Д.Е. Румянцев. Анализируется современное состояние дендрохронологических исследований в Московском Государственном Университете леса и высказано мнение об одном из возможных перспективных направлений их дальнейшего развития – разработке технологии дендрохронологического мониторинга состояния древесных растений в урбанизированной среде.

Ключевые слова: годичные кольца, дендрохронология, дендроклиматология, научные школы МГУЛеса

## BRIEF HISTORY REVIEW OF TREE-RING INVESTIGATIONS IN MOSCOW STATE FOREST UNIVERSITY

Sarapkina E.V.

*Moscow State Forest University, Moscow, Russia, (141005, Moscow region. Mytischki-5, ul. 1st Institutskaia, 1, MSFU), e-mail: [dendro@mgul.ac.ru](mailto:dendro@mgul.ac.ru)*

Moscow Forest-Engineering Institute was founded in 1919. During 1919-1943 it interrupted its work repeatedly, it was reorganized and renamed. At present it is called Moscow State Forest University. The article deals with a brief history review of tree-ring investigations at the University since 1934. This research is based on the analysis of information from more than 30 scientific sources including works of L. Perelygin, I. Melekhov, A. Vorontsov, E. Mosolevskaya, I. Drozdov, V. Nikolaevskii, V. Lipatkin, V. Sanaev, O. Chernyshenko, D. Rumiantsev. Actual state of dendrochronology studies in Moscow State Forest University is analyzed. The development of technology for dendrochronology monitoring of woody plants condition in the urban environment is suggested by the author as a prospect for further investigation.

Keywords: tree rings, dendrochronology, dendroclimatology, MSFU scientific schools

Московский Лесотехнический Институт был основан в 1919 г. До 1943 г. он неоднократно прерывал свою работу и подвергался реорганизациям и переименованиям. Одним из первых исследований, выполненных здесь и посвященных теоретическим вопросам изменчивости годичных колец, по-видимому, следует считать работу преподавателей кафедры древесиноведения Лесотехнологического института по механической обработке твердых и ценных пород древесины Л.М. Перельгина (впоследствии зав. кафедрой древесиноведения МЛТИ) и А.Х. Певцова, выполненную в 1934 г. [3]. Ими было установлено, что у деревьев сосны, имеющих эксцентриситет, направление наиболее развитого радиуса ствола в отношении стран света не подчинялось какой либо закономерности. Направления большего радиуса всегда совпадали с направлением лучшего развития кроны, а последнее определялось влиянием соседних деревьев. Исследования годичных колец с этого момента времени велись на кафедре древесиноведения МЛТИ-

МГУЛ непрерывно, поэтому вполне закономерно, что ректор МГУЛ леса, заведующий кафедрой древесиноведения, доктор технических наук, академик РАЕН профессор В.Г. Санаев также имеет работы, посвященные теоретическим аспектам изменчивости годичных колец [37].

Назревший этап будущего, необходимый на путях детализации лесохозяйственной практики, был обозначен заведующим кафедрой лесоводства МЛТИ, академиком РАСХН И.С. Мелеховым в книге «Проблемы современного лесоводства» [23]: «Из теоретических исследований в направлении повышения продуктивности лесов все большее значение приобретает на наш взгляд изучение фотосинтеза и деятельности камбия древесных пород в различных лесорастительных условиях, и на основе этого изучение воздействия на камбий в желательном для лесного хозяйства направлении».

Еще одной фундаментально важной публикацией И.С. Мелехова является статья «Значение структуры годичных слоев и ее динамики в лесоводстве и дендроклиматологии» [24]. Здесь он указал на контуры будущей интеграции между дендрохронологией и лесоводством: «Применение анатомических методов, расширение анатомо-экологического и физиологического подхода к изучению прироста деревьев и древостоев, динамики формирования годичных слоев в разных природных условиях и условиях, изменяемых антропогенными факторами, имеет важное значение и для лесоведения и лесоводства, древесиноведения и для ряда других наук, на первый взгляд очень отдаленных. Необходимо усилить внимание лесоводов к вопросам дендроклиматологии и, с другой стороны, – к более широкому использованию лесоводственного опыта в дендроклиматологии».

Подробные исследования годичных колец велись и учениками И.С. Мелехова, например, В.Д. Ломовым [20, 25].

Заведующий кафедрой лесных культур И.И. Дроздов значительное внимание в своих исследовательских работах уделил дендрохронологическому анализу роста сосны кедровой сибирской в условиях интродукции в европейской части России [1, 5].

Хорошо известный в научных кругах заведующий кафедрой экологии и лесозащиты МЛТИ профессор А.И. Воронцов [4] также посвятил внимание вопросам возможного использования дендрохронологической информации в лесозащите. Многочисленные ученики и последователи А.И. Воронцова активно использовали дендрохронологический метод в своих исследованиях [6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 26, 27, 29, 39].

Новый импульс дендрохронология во МГУЛ получила благодаря работам доцента кафедры экологии и защиты леса, затем профессора и зав. кафедрой экологии и защиты леса, нынешнего декана факультета лесного хозяйства МГУЛ В.А. Липаткина [10, 11, 12, 13, 14, 15]. Фактически он выступил основателем активно работающей в настоящее время

лаборатории дендрохронологии МГУЛ. Одним из существенных достижений было создание оригинальной программы GROWLINE [10], что позволило осуществлять перекрёстную датировку временных рядов радиального прироста, выявлять «выпавшие» и «ложные» годовые кольца, а также ошибки измерения и таким образом вести исследования в соответствии с мировыми стандартами.

В 2007 г. итоги исследований выполнявшихся доцентом кафедры ботаники и физиологии растений Д.Е. Румянцевым в соавторстве с сотрудниками Института лесоведения РАН, Главного ботанического сада РАН, кафедры лесоустройства и охраны леса МГУЛ, кафедры экологии и защиты леса МГУЛ, кафедры селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, кафедры лесоводства и подсочки леса МГУЛ, кафедры ботаники и физиологии растений МГУЛ были обобщены в монографии «Дендрохронологическая информация в лесоводственных исследованиях», вышедшей в издательстве МГУЛ в 2007 г. под редакцией В.А. Липаткина и Д.Е. Румянцева [6]. Вслед за ней вскоре вышла книга «История и методология лесоводственной дендрохронологии» [31], развивающая идеи предыдущей. Результаты, обобщенные в этих книгах базируются на данных более 2000 индивидуальных древесно-кольцевых хронологий 23 видов древесных растений из 15 регионов России.

В период 2008-2011 г. дендрохронологические исследования во МГУЛ были поддержаны Федеральным агентством лесного хозяйства РФ, итогом чего стало создание банка эталонных древесно-кольцевых хронологий и программного комплекса «Здоровый лес» на платформе Oracle. Созданный банк древесно-кольцевых хронологий включает в себя более 10 000 индивидуальных древесно-кольцевых хронологий из таких регионов России как Владимирская, Вологодская, Нижегородская, Московская, Псковская, Ленинградская, Новгородская, Курганская, Новосибирская, Пензенская, Иркутская, Тюменская, Ульяновская, Читинская, Челябинская области, Красноярский и Забайкальский край, республики Тыва, Татарстан, Башкортостан, Коми, Марий Эл, Мордовия [15].

В настоящее время лаборатория дендрохронологии МГУЛ активно функционирует, свидетельством чего являются регулярно выходящие в свет научные публикации [1,6, 13, 14, 15, 18, 19, 22, 30, 31, 33, 34, 35, 39 и др.].

В 2012 г. на базе Московского государственного университета леса состоялась международная конференция «Дендро-2012: перспективы применения древесно-кольцевой информации для целей охраны, воспроизводства и рационального использования древесной растительности». В своем приветственном слове к участникам конференции ректор МГУЛеса В.Г. Санаев отмечал следующее: «Как заведующий кафедрой древесиноведения, я хорошо понимаю важность и сложность развиваемого Вами научного направления. Мои собственные исследования также отчасти затрагивали вопросы изменчивости годовых

колец, развивали уже 90 летнюю традицию исследования годичных колец в МЛТИ-МГУЛ. Образцом такого рода традиции могут служить исследования А.М. Перельгина, Б.Н. Уголева, И.С. Мелехова и многих других бывших и настоящих сотрудников МГУЛ» [38].

Итоги конференции Дендро 2012 были подведены одним из старейших отечественных исследователей годичных колец – профессором РГПУ им. А.И. Герцена, академиком и вице-президентом Петровской академии наук и искусств Николаем Владимировичем Ловелиусом [17]. Он отметил: «В конференции приняли участие специалисты из Германии, Латвии и многочисленных субъектов Российской Федерации. Не могу не провести определённую параллель между серией такого рода конференций в СССР и России. Мне выпало счастье быть среди участников самой первой из них организованной по инициативе Б. П. Константинова – Героя Социалистического Труда и вице-президента АН СССР, проведенной в 1968 году в городе Вильнюсе. Очередная конференция была проведена в г. Каунасе (1972). В проведении первой и второй конференций основная нагрузка по их организации выпала на академика Литовской академии Л. А. Кайрюкштиса (директора ЛитНИИЛХ) и кандидата сельскохозяйственных наук Т. Т. Битвинскаса (зав. лаборатории дендроклиматохронологии АН Лит. ССР). В последующие годы подобные совещания проводились в Ленинграде (в программе XII-го Всемирного Ботанического Конгресса, 1975 г.), в Архангельске, Свердловске (Екатеринбурге), Красноярске, Иркутске и других городах. Вне всякого сомнения, сами конференции и материалы, издаваемых докладов приносили пользу для науки, учебного процесса, практики лесного хозяйства и смежных отраслей. Определённым аналогом наших конференций уже много лет является традиционная международная конференция «Евродендро». На таких совещаниях я был в Польше, Литве, Словении, где раз в 2 года проходит подведение итогов работы и обмен опытом специалистов различных стран.

Со времени проведения первой всесоюзной конференции прошло 44 года, к огромному сожалению, многих её участников уже нет среди нас. Время никого не щадит. . . А мудрое начало в изучении лесов, заложенное ими живёт и развивается».

По мнению Н.В. Ловелиуса, прозвучавшие на конференции доклады могут быть разделены на несколько направлений исследований, среди которых: методические, лесохозяйственные, дендрохронологические, незаконные рубки, астрофизические, природоохранные и экологические [17].

Как у участницы конференции, у меня сложилось впечатление, что наиболее обсуждаемой тематикой дискуссий были возможности использования дендрохронологических методов для целей биоиндикации и ухода за деревьями в урбанизированной среде. В прозвучавших на конференции докладах было убедительно показано, что годичные кольца деревьев способны фиксировать в своей изменчивости

информацию о действии разнообразных факторов за очень длительный период времени. Использование данной информации для прогноза и принятия хозяйственных решений при уходе за древесными растениями в урбанизированной среде, вероятно, будет полезным.

Анализ литературы показал, что в настоящее время, по мнению известного специалиста в области мониторинга состояния городских насаждений, профессора МГУ леса, академика Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова Е.Г. Мозолевской [26], «... перспективным и быстро развивающимся методом оценки сиюминутного и будущего состояния деревьев и насаждений является хорошо известный в лесоводственных исследованиях дендрохронологический метод».

Глава Вологодского научно-исследовательского бюро Д.Л. Кац [9] в свое время с сожалением отмечал, что, несмотря на огромное количество прикладных направлений, древесно-кольцевой анализ почти не используется для изучения городской среды. Причина этого, по его мнению, заключается в том, что параметры городской среды быстро меняются и комплексно воздействуют на прирост, в связи с чем, затруднен их анализ. По мнению Д.Л. Каца, имеет смысл использовать дендрохронологическую диагностику для изучения эффектов применения антигололедных реагентов, градостроительной деятельности, атмосферного и почвенного загрязнения.

На наш взгляд, одним из перспективных направлений исследований в будущем может являться разработка технологии применения дендрохронологической информации для целей мониторинга состояния древесных растений в урбанизированной среде. Такого рода технология может быть полезна специалистам администрации крупных городов, ответственным за назначение мероприятий по уходу за древесными растениями в городских насаждениях.

Предпосылки для создания подобного рода технологии имеются. В России данным вопросам были посвящены работы Н.В. Ловелиуса [16], В.А. Липаткина и соавторов [11, 12], В.С. Николаевского [29], С.М. Матвеева [21, 22], Д.Е. Румянцева [32], И.Л. Вахниной [2], Е.М. Руновой [36] и многих других.

Попытка систематизировать методы экофизиологической интерпретации использования дендрохронологической информации при мониторинге состояния насаждений была предпринята Д.Е. Румянцевым [32]. Предложенная им классификация выглядит следующим образом:

А. Подходы, не связанные с привлечением дополнительных временных рядов:

А.1 Анализ структуры годичных колец.

А.2 Анализ статистических показателей временного ряда.

Б. Подходы, связанные с привлечением дополнительных временных рядов:

Б.1 Сопряженный анализ хронологий и динамики экофакторов.

Б.2 Сопряженный анализ хронологии.

Румянцев Д.Е. каждый подход иллюстрирует ссылками на работы авторов, которые его использовали, а также результатами собственных исследований.

Методы дендрохронологии при исследовании древесных растений в городской среде использует немецкая научно-исследовательская компания РИННТЕХ, являющаяся одним из лидеров на мировом рынке производителей научного и экспертного оборудования по мониторингу состояния древесных растений. Компания регулярно участвует в проводимых МГУЛ научных конференциях соответствующей тематики (Международная конференция «Актуальные проблемы рекреационного лесопользования» (Москва, 2007); Международная конференция «Дендро 2012: перспективы применения древесно-кольцевой информации для целей охраны, воспроизводства и рационального использования древесной растительности» (Москва, 2012); Международный симпозиум «Состояние деревьев в России: проблемы и решения» (Москва, 2013)).

Использование дендрохронологической информации, возможно, сделает систему ухода за древесными растениями более эффективной, а также повысит точность оценки техногенного влияния на окружающую среду при биоиндикационных исследованиях. Эта тематика может быть перспективной для дальнейшего развития, в том числе и в пределах Московского Государственного Университета леса. Мировой и отечественный опыт исследовательской и практической работы в указанном направлении, говорит о реальности достижения предполагаемых результатов.

### Список литературы

1. Александрова М.С. , Дроздов И.И., Румянцев Д.Е. Влияние климатических факторов на радиальный прирост сосны кедровой сибирской (*Pinussibirica*DuRoi) в условиях ГБС РАН. // Бюллетень Главного Ботанического сада. Вып. 194. – М.: Наука, 2008 – С. 36-40.
2. Вахнина И.Л. Радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в зеленой зоне г. Читы во второй половине прошлого столетия // География и природные ресурсы. – 2011. - №1.– С.180-182.
3. Вихров В.Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба. – М.: АН СССР, 1954 – 264 с.
4. Воронцов А.И. Патология леса. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 272 с.
5. Дроздов И.И. Хвойные интродуценты в лесных культурах. – М.: МГУЛ, 1998 – 135 с.

6. Дендрохронологическая информация в лесоводственных исследованиях. Под ред. В.А. Липаткина и Д.Е. Румянцева. – М.: МГУЛ, 2007 – 138 с.
7. Иерусалимов Е.Н. Изменение прироста в смешанном дубняке при объедании листогрызущими насекомыми // Лесной журнал. – 1965. - №6. – С. 52-55.
8. Иерусалимов Е.Н. Дендрохронологическое исследование истории лесных биоценозов.// Журнал общей биологии. – 1971. – Вып. XXXII. – Т.32, № 2. – С. 18-192.
9. Кац Д.Л. Возможности применения дендрохронологических методов для изучения городской среды // Реакция растений на глобальные и региональные изменения природной среды: Тез. докл. Всерос. совещ. 25-29 сент. 2000 г. – Иркутск, 2000. – С. 47.
10. Липаткин В.А., Мазитов С.Ю. Перекрестная датировка дендрохронологических рядов с помощью ПЭВМ // Экология, мониторинг и рациональное природопользование. Научн. тр. Вып. 288 (1). – М.: МГУЛ, 1997 – С.103-110.
11. Липаткин В.А., Лобачев Д.Б., Мазитов С.Ю. Результаты дендрохронологического анализа деревьев липы мелколистной в зеленых насаждениях Москвы // Экология, мониторинг и рациональное природопользование. Научн. Труды МГУЛ. Вып. 294 (1). – М.: МГУЛ, 1998 – С. 27-33.
12. Липаткин В.А., Шарапа Т.В., Щербаков А.Н. Состояние насаждений лесопарков, граничащих с Московской кольцевой автодорогой.// Экология, мониторинг и рациональное природопользование. Науч. Тр. МГУЛ, Вып. 302 (1). – М.: 2000 – С. 45-53.
13. Липаткин В.А., Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е., Жаворонков Ю.М. Возможности использования метода перекрестной датировки древесно-кольцевых хронологий при расследовании дел, связанных с незаконной заготовкой древесины // Теория и практика судебной экспертизы. – 2010. - №3. – С. 244-254.
14. Липаткин В.А., Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е., Крылов А.М., Епишков А.А. Возможности использования дендрохронологической информации при идентификации лесозащитных страт Муромцевского участкового лесничества Владимирской области// Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2013. - №7 (99) – С. 115-120.
15. Липаткин В.А., Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е., Крылов А.М., Жаворонков Ю.М., Уткина Е.С., Епишков А.А., Доставалов Е.А., Черакшев А.В., Владимирова Д.В. Итоги и перспективы разработки технологии идентификации места происхождения древесины на основе дендрохронологической информации // Материалы международной конференции «Дендро 2012: перспективы применения древесно-кольцевой информации для целей охраны,

воспроизводства и рационального использования древесной растительности. – М.: МГУЛ, 2013. –С. 47-49.

16. Ловелиус Н.В. Фитоиндикация экологических условий среды в урбанизированных районах (на примере аномалий радиального прироста лиственницы в Санкт-Петербурге) // Общество. Среда. Развитие. – 2007. - №3. – С. 93-103.

17. Ловелиус Н.В. К итогам «Дендро-2012» в МГУЛ // Материалы международной конференции «Дендро 2012: перспективы применения древесно-кольцевой информации для целей охраны, воспроизводства и рационального использования древесной растительности. – М.: МГУЛ, 2013 – С. 10-11.

18. Ловелиус Н.В., Лежнева С.В., Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е. К созданию эталонных серий годовых колец деревьев в Вологодской области // Псковский регионологический журнал. – 2013. - №16. - С. 90-97.

19. Ловелиус Н.В., Дьяконов К.Н., Пальчиков С.Б., Ретеюм А.Ю., Румянцев Д.Е., Липаткин В.А., Черакшев А.В. Радиальный прирост сосны в сфагновых сосняках лесной зоны России и глобальные факторы среды // Общество. Среда. Развитие. – 2013. - №4 (29). – С. 251-259.

20. Ломов В.Д. О прогнозировании состояния хвойных древостоев по анализу структуры годовых слоев // Научн. тр. МЛТИ. – 1990. – Вып. 234. – С. 31-38.

21. Матвеев С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи. – Воронеж: ВГЛТА, 2003 – 269 с.

22. Матвеев С.М., Румянцев Д.Е. Дендрохронология. – Воронеж: ВГЛТА, 2013 – 140 с.

23. Мелехов И.С. Проблемы современного лесоводства». – М.: Лесная промышленность, 1969 – 45 с.

24. Мелехов И.С. Значение структуры годовых слоев и ее динамики в лесоводстве и дендроклиматологии // Известия вузов. Лесной журнал. – 1979. - №4. – С.6-14.

25. Мелехов И.С., Ломов В.Д. К анализу взаимоотношений сосны и березы с применением анатомического метода // Повышение продуктивности и улучшение ведения лесного хозяйства. Научн. тр. Вып. 111. – М.: МЛТИ, 1978 – С. 5-9.

26. Мозолевская Е.Г. Многообразие и взаимосвязь методов мониторинга состояния лесных и городских экосистем.// Математические и физические методы в экологии и мониторинге природной среды. Труды международной конференции. – М.: МГУЛ, 2001 – С. 183-187.

27. Мозолевская Е.Г., Тудор И. Влияние дубовой хохлатки на состояние и прирост насаждений // Вопросы защиты леса. Вып. 15. – М.: МЛТИ, 1967– С. 6-13.

28. Николаев Д.К., Румянцев Д.Е. Сопряженное развитие культур сосны и ели естественного происхождения под их пологом // Лесоведение. – 2004. - №5. – С. 45-49.



29. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. – М.: МГУЛ, 1998. – 191с.
30. Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е. Современное оборудование для дендрохронологических исследований. // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник, 2010, №3 (72) – С. 46-51.
31. Румянцев Д.Е. Влияние климатических факторов на рост сосны в Южной Карелии. // Лесоведение. – 2004. - №5. – С.73-75.
32. Румянцев Д.Е. История и методология лесоводственной дендрохронологии. – М.: МГУЛ, 2010. – 109с.
33. Румянцев Д.Е., Николаев, Д.К. Изменчивость разных видов прироста деревьев ели европейской под пологом культур сосны // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2006. - №3 (45). – С. 13-20.
34. Румянцев Д.Е., Соломина О.Н., Липаткин В.А., Мацковский В.В., Кухта А.Е., Николаев Д.К. Возможности перекрестного датирования хронологий сосны обыкновенной и ели европейской в центральной части Восточно-европейской равнины// Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2010. - №3 – С. 67-74.
35. Румянцев Д.Е., Черакшев А.В. Дендроклиматическая диагностика состояния сосен секции STROBI в условиях дендрария МГУЛ // Вестник Московского Государственного Университета Леса – Лесной Вестник. – 2013. - №7 (99). – С. 121-127.
36. Рунова Е.М., Аношкина Л.В., Гаврилин И.И. Некоторые особенности использования дендрохронологической оценки прироста *Pinus sylvestris* L. для проведения биоиндикационных исследований в урбанизированной среде северных территорий // Материалы международной конференции «Дендро 2012: перспективы применения древесно-кольцевой информации для целей охраны, воспроизводства и рационального использования древесной растительности». – М.: МГУЛ, 2013 – С. 69-70.
37. Санаев В.Г. Анизотропия физико-механических свойств поверхности древесины // Труды II Международного симпозиума «Строение, свойства и качество древесины – 96». – М.: МГУЛ, 1996 – С. 219-223.
38. Санаев В.Г. Приветственное слово ректора МГУЛ // Материалы международной конференции «Дендро 2012: перспективы применения древесно-кольцевой информации для целей охраны, воспроизводства и рационального использования древесной растительности. – М.: МГУЛ, 2013 – С. 9.
39. Чернышенко О.В., Румянцев Д.Е. Дендрохронологический метод отбора деревьев для дальнейшего микрклонального размножения с учетом продуктивности и устойчивости

видов // Вестник Московского Государственного Университета Леса – Лесной Вестник. – 2012. - №7 (90). – С. 88-91.

**Рецензенты:**

Чернышенко О.В., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой ботаники и физиологии растений Московского государственного университета леса, г. Москва.

Румянцев Д.Е., д.б.н., профессор кафедры ботаники и физиологии растений Московского государственного университета леса, г. Москва.