

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ДРЕВОСТОЯ, УСТОЙЧИВОГО К ВОЗДЕЙСТВИЮ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Д.Е. Румянцев¹, Л.В. Стоноженко², Е.В. Найденова¹

¹МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

²Всероссийский институт повышения квалификации руководителей и специалистов лесного хозяйства (ФАУ ДПО ВИПКЛХ), 141202, Московская область, Пушкинский район, г. Пушкино, ул. Институтская, д. 17

dendro15@list.ru

Рассматривается изменчивость радиального прироста деревьев в зависимости от воздействия климатических факторов. Проанализированы хронологии учетных деревьев ели европейской *Picea abies* (L.) Karst. в древостоях разного породного состава. Проведен анализ специфики влияния климатических факторов на радиальный прирост ели в зависимости от состава фитоценоза. Выполнен корреляционный анализ сопряженности колебаний радиального прироста и колебаний метеопараметров текущего и прошлого года. Рассчитано уравнение линейной регрессии, моделирующее колебания индексов прироста ели в древостое с преобладанием березы по составу, в зависимости от климатических факторов. Отмечена наибольшая метеочувствительность ели при ее участии в составе мелколиственных древостоев. Выявлено, что наименьшая метеочувствительность ели наблюдается в древостоях с преобладанием липы. Рекомендовано создание липово-еловых насаждений в условиях Московской области как способ повышения засухоустойчивости ели.

Ключевые слова: радиальный прирост, ель, дендрохронология, породный состав, межвидовая конкуренция

Ссылка для цитирования: Румянцев Д.Е., Стоноженко Л.В., Найденова Е.В. Теоретические основы для определения оптимального состава древостоя, устойчивого к воздействию климатических факторов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 70–77. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-70-77

Леса Московской области во второй половине прошлого века постепенно утрачивали свое назначение как источника сырья для удовлетворения потребностей населения в деловой и дровяной (для нужд отопления) древесине. Постепенно на первый план выходило использование лесов в целях рекреации, а также защитных функций Подмосковных лесов. Однако в лесном хозяйстве при смене целей и задач ведения лесного хозяйства встает проблема длительности выращивания лесов. Соответственно этому, насаждения, создаваемые всего несколько десятилетий назад, оптимизировались по породному составу для получения высокотоварной древесины. Логично, что удачным лесовосстановлением считалось, когда в результате получался чистый по породному составу (или близкий к тому) древостой.

В настоящее время возраст спелости хвойных лесов Московской области установлен на уровне 101 года, что при сложившейся системе лесоустройства и лесопользования фактически 110 лет, а при нерегулярном проведении лесоустройства достигает 120 лет и выше. При этом основным значимым аспектом является то, что леса создавались и формировались под задачи получения товарной древесины. В соответствии с чем, они имеют монопородный или близкий к этому породный состав. Очевидно, что различные породы деревьев в одних и тех же условиях или под воздействием различных факторов биотического, абиотического, а также

антропогенного происхождения могут находиться в разном состоянии. Это вызвано различной устойчивостью разных растений к внешнему воздействию. Отсюда следует, что смешанные древостои должны лучше адаптироваться к воздействию внешней среды. Основная задача при этом состоит в правильном подборе пород и обосновании рекомендаций по доле их участия в составе формируемых насаждений.

Подбор пород для формирования состава будущего древостоя должен учитывать множество факторов: скорость роста, требовательность к плодородию почвы, теневыносливость, засухоустойчивость и др. При проведении исследования важно определиться с показателем, который являлся бы надежным индикатором изменения состояния деревьев под воздействием тех или иных климатических факторов. Радиальный прирост деревьев в той или иной степени может служить показателем состояния дерева. Прогноз состояния деревьев ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и еловых древостоев в целом из-за катастрофических последствий засух 2002 и 2010 годов и последовавших за ними инвазий короеда типографа (*Ips typographus* L.) в настоящее время чрезвычайно актуален [1, 2]. В практическом аспекте особый интерес представляет оптимизация состава древостоя по критерию реакции на воздействие климатических факторов [3–6].

Изменчивость радиального прироста деревьев под действием климатических факторов пред-

ставляет собой отклик, характер которого при одном и том же количественном выражении действия фактора может отличаться в зависимости от физиологического состояния организма растения. Разное физиологическое состояние организма растения может быть обусловлено, помимо генетических свойств и возраста, орографическими и (или) эдафическими условиями, также и социологическим статусом [7, 8].

Цель работы

Изучение изменений в физиологическом состоянии растений в зависимости от их социологического статуса является сложной задачей в первую очередь потому, что решается она лишь на объектах, находящихся в условиях экосистемы, но не в лаборатории. Особую важность, по мнению авторов статьи, имеет решение вопроса о влиянии состава древостоя на особенности кратковременных колебаний радиального прироста. В работах В.Г. Карпова [9] отмечено, что «после исследований А.П. Шенникова и Г. Элленберга [10] не приходится сомневаться в том, что любые особи и виды совсем по-иному реагируют на один и тот же фактор среды в сообществе и вне его или в условиях минимальной конкуренции с другими растениями». Из вышеизложенного следует, что кратковременная изменчивость радиального прироста будет отличаться в различных по составу древостоях, в которых находятся деревья определенной породы, выбранные в качестве учетных. Для проверки данной гипотезы в качестве опытных объектов были взяты насаждения Щелковского учебно-опытного лесхоза: чистые еловые (10 единиц в

составе), с преобладанием ели (7 единиц в составе), с преобладанием осины (5 единиц в составе), с преобладанием березы (7 единиц в составе), с преобладанием сосны (5 единиц в составе), с преобладанием липы (7 единиц в составе).

Материалы и методы

В указанных насаждениях в 2016 г. производился отбор кернов древесины деревьев ели с использованием возрастного бурава Пресслера. Керны отбирались на высоте 1,3 м по одному у каждого модельного дерева. Число кернов, отобранных с каждой постоянной пробной площади (ППП), варьировалось от 7 до 13. В дендрохронологической лаборатории Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана с использованием прибора Lintab и специализированного программного продукта Tsap-Win были построены индивидуальные древесно-кольцевые хронологии каждого учетного дерева. Индивидуальные древесно-кольцевые хронологии индексировались путем отнесения годовичного радиального прироста к среднему радиальному приросту за последние пять лет. На основе индексированных хронологий были построены средние хронологии для каждой пробной площади. Для расчета коэффициентов корреляции между индексами прироста и рядами метеопараметров были использованы метеоданные метеостанций МГУ.

Результаты и обсуждение

Результаты определения сходства индексированных хронологий по деревьям ели с указанных пробных площадей отражены в табл. 1, сами хронологии представлены на рис. 1.

Т а б л и ц а 1

Коэффициент корреляции между хронологиями учетных деревьев ели в древостоях разного состава

Coefficients of correlation between the chronologies of model spruce trees in the stands with different composition

Группа пробных площадей	Древостои разного состава					
	Чистые еловые (10 единиц в составе)	С преобладанием ели (7 единиц в составе)	С преобладанием осины (5 единиц в составе)	С преобладанием березы (7 единиц в составе)	С преобладанием сосны (5 единиц в составе)	С преобладанием липы (7 единиц в составе)
Чистые еловые (10 единиц в составе)	1	0,42	0,29	0,22	-0,14	0,51
С преобладанием ели (7 единиц в составе)	0,42	1	0,37	0,17	-0,19	0,17
С преобладанием осины (5 единиц в составе)	0,29	0,37	1	0,74	-0,16	0,35
С преобладанием березы (7 единиц в составе)	0,22	0,17	0,74	1	-0,21	0,26
С преобладанием сосны (5 единиц в составе)	-0,14	-0,19	-0,16	-0,21	1	-0,21
С преобладанием липы (7 единиц в составе)	0,51	0,17	0,35	0,26	-0,21	1

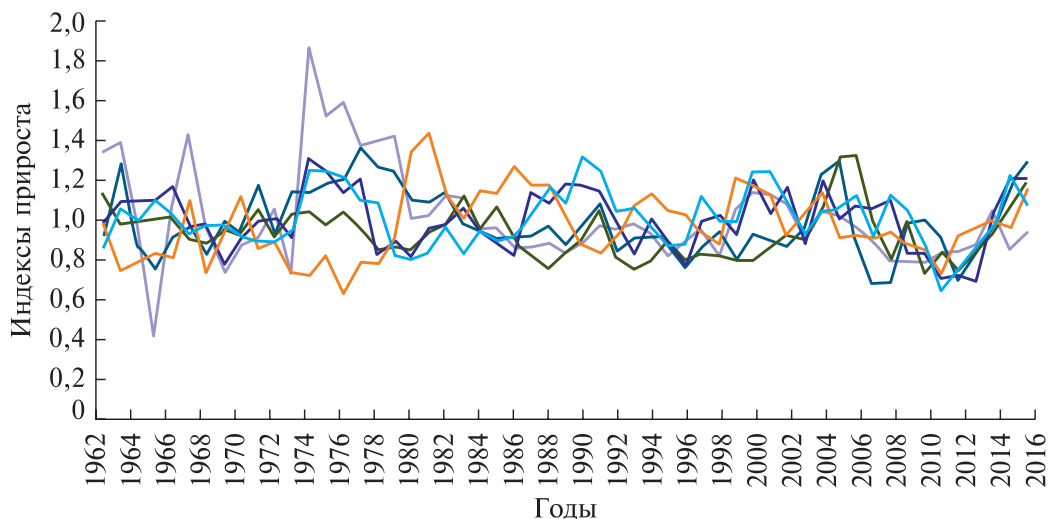


Рис. 1. Динамика индексов радиального прироста у деревьев ели, произрастающих в древостоях разного состава: — чистые еловые (10 единиц в составе); — с преобладанием ели (7 единиц в составе); — с преобладанием осины (5 единиц в составе); — с преобладанием березы (7 единиц в составе); — с преобладанием сосны (5 единиц в составе); — с преобладанием липы (7 единиц в составе)

Fig. 1. Dynamics of radial increment indices for spruce trees growing in stands of different composition: — pure spruce (10 units in composition); — with a predominance of spruce (7 units in the composition); — with a predominance of aspen (5 units in the composition); — with a predominance of birch (7 units in the composition); — with a predominance of pine (5 units in the composition); — with a predominance of linden (7 units in the composition)

Как видно из данных табл. 1 и рис. 1, в условиях чистых насаждений динамика прироста ели сходна, тогда как при угнетении другими породами кратковременная изменчивость очень сильно отличается. Обнаруженные закономерности делают актуальным изучение того, как у основных лесобразующих пород меняется специфика реакции прироста на действие климатических факторов в связи с изменением состава древостоя, а также выяснение возможной роли учета данных закономерностей в общей процедуре идентификации происхождения древесины.

В настоящее время подобные исследования проводились рядом ученых [11–19]. Таким образом, есть основания полагать, что при учете специфики кратковременной изменчивости прироста возможно вести распознавание не только типа лесорастительных условий произрастания срубленных деревьев, но и состава древостоя, в котором они произрастали [20–25].

Представляет интерес анализ специфики влияния климатических факторов на радиальный прирост ели в зависимости от состава фитоценоза. Лесобразующие породы обладают разными наследственными экологическими свойствами. В процессе межвидовой конкуренции в древостоях ели колебания радиального прироста должны проходить по-разному в зависимости от того, какой вид является основным конкурентом ели в фитоценозе. Конкуренция за абиотические ресурсы среды, как было показано выше, модифи-

цирует характер колебаний радиального прироста от года к году. В табл. 2, 3 приведены результаты корреляционного анализа сопряженности колебаний радиального прироста и колебаний метеопараметров текущего и прошлого года. Достоверные значения коэффициентов корреляции выделены в таблицах жирным шрифтом. При числе степеней свободы 53 и уровне доверительной вероятности 0,05 достоверными считаются значения коэффициента корреляции от 0,27 и выше.

На основании данных табл. 2, 3 следует заключить, что в хронологиях ели из древостоев разного породного состава наблюдается специфический набор достоверных коэффициентов корреляции (табл. 4). Однако значения коэффициентов корреляции невелики и говорят только о наличии слабых связей.

Наибольшее число достоверных значений коэффициентов корреляции с метеопараметрами зафиксировано для древостоев ели с преобладанием березы по составу. Рассчитано уравнение линейной регрессии, моделирующее колебания индексов прироста ели в данном древостое в зависимости от климатических факторов.

Полученные данные были использованы для моделирования динамики индексов радиального прироста древостоев ели с преобладанием березы по составу в связи с влиянием метеофакторов на основе уравнения линейной регрессии.

Изменчивость индексов прироста была описана уравнением вида

Т а б л и ц а 2

**Результаты расчета коэффициентов корреляции индексов прироста
с метеопараметрами текущего года**

Calculation results of the correlation coefficients of growth indices with the meteorological parameters of a current year

Метеопараметр	Постоянные пробные площади					
	Чистые еловые (10 единиц в составе)	С преобладанием ели (7 единиц в составе)	С преобладанием осины (5 единиц в составе)	С преобладанием березы (7 единиц в составе)	С преобладанием сосны (5 единиц в составе)	С преобладанием липы (7 единиц в составе)
Осадки января	-0,01	0,15	-0,02	-0,08	0,31	-0,10
Осадки февраля	-0,05	-0,06	0,21	0,30	-0,13	-0,05
Осадки марта	-0,19	-0,18	0,05	0,08	-0,06	0,05
Осадки апреля	0,03	0,20	-0,19	-0,18	-0,02	-0,17
Осадки мая	0,17	0,18	0,22	0,32	-0,20	0,09
Осадки июня	0,22	-0,05	0,08	0,22	0,29	0,00
Осадки июля	0,16	0,10	0,19	0,21	-0,01	0,11
Осадки августа	-0,14	-0,14	-0,09	-0,01	0,15	-0,18
Осадки сентября	-0,12	-0,15	-0,34	-0,25	0,16	-0,30
Осадки октября	-0,15	0,01	-0,02	0,04	-0,18	-0,11
Осадки ноября	0,21	0,00	0,01	-0,07	-0,13	0,09
Осадки декабря	0,16	-0,03	0,07	0,01	0,19	0,03
Температура января	-0,14	0,06	0,12	0,13	0,19	-0,11
Температура февраля	-0,01	-0,20	0,37	0,37	0,03	0,02
Температура марта	-0,14	-0,17	0,32	0,29	-0,03	0,03
Температура апреля	-0,22	-0,10	0,06	0,15	0,09	0,01
Температура мая	0,06	0,03	-0,22	-0,36	-0,10	0,02
Температура июня	-0,24	-0,22	-0,07	-0,13	0,10	-0,28
Температура июля	-0,18	-0,31	-0,09	-0,14	0,08	-0,17
Температура августа	-0,22	-0,08	-0,21	-0,32	-0,04	-0,19
Температура сентября	0,02	0,26	0,19	0,02	-0,07	0,07
Температура октября	-0,30	0,07	-0,05	-0,16	0,29	-0,04
Температура ноября	0,18	0,16	-0,17	-0,06	-0,19	0,19
Температура декабря	-0,09	0,24	0,17	0,03	-0,01	-0,14

$$\gamma = 1,6543 - 0,007 \times O1 + 0,008 \times O6 + 0,0050 \times T2 + 0,0132 \times T3 - 0,0178 \times T5 - 0,0164 \times T8 + 0,0121 \times (T2 - 1),$$

где O1 — осадки января текущего года, мм; O6 — осадки июня текущего года, мм; T2 — температура февраля текущего года, °С; T3 — температура марта текущего года, °С; T5 — температура мая текущего года, °С; T8 — температура августа текущего года, °С; (T2 - 1) — температура февраля прошлого года, °С.

Результаты моделирования отражают графики на рис. 2.

Выводы

Результаты исследований показывают, что наибольшая метеочувствительность наблюдается у ели при ее участии в составе мелколиственных древостоев. Напротив, наименьшая метеочувствительность ели наблюдается в липняках.

Наименьшее число достоверных значений коэффициентов корреляции с метеопараметрами из всех обследованных нами древостоев зафиксировано для деревьев ели в древостоях с преобладанием в составе липы мелколиственной. Этот факт, очевидно, объясняется тем, что липа имеет физиологические механизмы адаптации к засушливым периодам. К ним относятся достаточно глубокая корневая система, относительно небольшое количество устьиц в листьях, способность снижать площадь транспирирующей поверхности кроны за счет сбрасывания части листвы в период наступления засухи. Дополнительными преимуществами липы являются ее теневыносливость и относительно невысокая ветровальность.

Из этого следует, что создание липово-еловых насаждений в условиях Московской области можно рекомендовать с целью повышения засухоустойчивости ели. Очевидно, что создание таких насаждений возможно только в соответствующих типах леса.

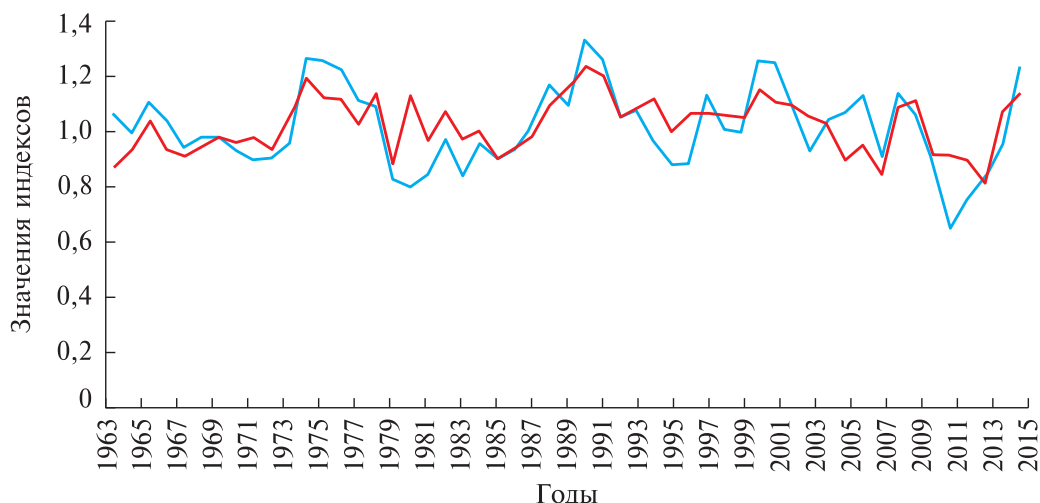


Рис. 2. Результаты моделирования динамики индексов радиального прироста на основе уравнения линейной регрессии: — реальный прирост; — модель

Fig. 2. Modeling dynamics results of the indices of radial growth based on the linear regression equation: — real growth; — model

Т а б л и ц а 3

Результаты расчета коэффициентов корреляции индексов прироста
с метеопараметрами прошлого года

The results of the calculation of the coefficients of correlation of growth indices with last year meteorological parameters

Метеопараметр	Постоянные пробные площади					
	Чистые еловые (10 единиц в составе)	С преобла- данием ели (7 единиц в составе)	С преобла- данием осины (5 единиц в составе)	С преобла- данием березы (7 единиц в составе)	С преобла- данием сосны (5 единиц в составе)	С преобла- данием липы (7 единиц в составе)
Осадки января	0,01	0,18	-0,03	-0,03	0,36	-0,08
Осадки февраля	-0,07	-0,11	0,01	0,18	-0,16	0,22
Осадки марта	-0,06	-0,07	-0,12	-0,03	-0,04	0,06
Осадки апреля	0,08	0,15	0,05	-0,07	-0,08	0,09
Осадки мая	0,32	0,27	0,27	0,24	-0,13	0,24
Осадки июня	0,15	0,01	0,05	0,01	0,18	0,00
Осадки июля	0,26	0,28	0,10	0,17	0,15	0,34
Осадки августа	-0,04	-0,16	0,16	0,16	0,03	0,15
Осадки сентября	0,02	0,02	-0,14	-0,25	0,26	-0,04
Осадки октября	-0,02	-0,15	-0,16	-0,06	-0,21	-0,05
Осадки ноября	0,10	-0,16	-0,24	-0,08	-0,13	0,21
Осадки декабря	0,13	0,09	0,10	0,00	0,07	0,19
Температура января	-0,10	0,03	0,12	0,21	0,12	0,03
Температура февраля	0,29	0,06	0,21	0,45	-0,08	0,16
Температура марта	0,14	-0,09	0,03	0,25	-0,07	0,08
Температура апреля	-0,10	-0,01	-0,05	0,19	-0,11	0,15
Температура мая	-0,16	-0,04	-0,18	-0,20	-0,06	-0,07
Температура июня	-0,33	-0,31	-0,06	0,07	0,06	-0,18
Температура июля	-0,18	-0,07	-0,10	-0,11	-0,14	-0,23
Температура августа	-0,25	0,04	-0,29	-0,24	-0,13	-0,41
Температура сентября	-0,15	0,25	-0,09	-0,10	-0,12	-0,22
Температура октября	-0,37	0,04	-0,05	0,05	0,05	-0,16
Температура ноября	0,17	0,14	-0,14	-0,17	-0,30	0,06
Температура декабря	0,03	0,31	0,30	0,25	0,00	-0,12

Т а б л и ц а 4

**Число достоверных значений коэффициентов корреляции с метеопараметрами
текущего и прошлого года в насаждениях разного породного состава**
**Number of reliable values of coefficients of correlation with the meteorological parameters of the current
and previous years in the stands with different species composition**

Показатель	Постоянные пробные площади					
	Чистые еловые (10 единиц в составе)	С преобла- данием ели (7 единиц в составе)	С преоблада- нием осины (5 единиц в составе)	С преоблада- нием березы (7 единиц в составе)	С преоблада- нием сосны (5 единиц в составе)	С преоблада- нием липы (7 единиц в составе)
Число достовер- ных значений коэффициентов корреляции с ме- теопараметрами	5	5	6	7	5	4

В условиях Московской области это возможно только на относительно богатых почвах, соответствующих типам лесорастительных условий С₂–С₃, Д₂–Д₃. В таких условиях для улучшения биоразнообразия можно рекомендовать вводить в состав древостоев широколиственные породы. Даже при незначительной доле участия наличие таких пород, как дуб, ясень, вяз, позволит сделать насаждения рекреационного назначения привлекательными в эстетическом плане и значительно увеличит их долговечность.

Список литературы

- [1] Коротков С.А., Киселева В.В., Стоноженко Л.В., Иванов С.К., Найденова Е.В. О направлениях лесообразовательного процесса в северо-восточном Подмосковье // Лесотехнический журнал, 2015. Т. 5. № 4 (19). С. 41–54.
- [2] Korotkov S.A, Makuev V.A., Lopatnikov M.V., Nikitin V.V., Sirotov A.V., Stonozhenko L.V. Forest-Use Issues in Moscow Region at the Beginning of 21st Century // Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II. Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering, 2016, v. 9 (58), no. 2, pp. 17–24.
- [3] Абатуров А.В., Меланхолин П.Н. Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмосковье. Тула: ИПП «Гриф и К», 2004. 334 с.
- [4] Рысин Л.П., Рысин С.Л. Урболесоведение. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 240 с.
- [5] Дробышев Ю.И., Коротков С.А., Румянцев Д.Е. Устойчивость древостоев: структурные аспекты // Лесохозяйственная информация, 2003. № 7. С. 2.
- [6] Киселева В.В., Ломов В.Д., Обыденников В.И., Титов А.П. История и современное состояние сосняков Алексеевской рощи национального парка «Лосиный остров» // Лесоведение, 2010. № 3. С. 42–52.
- [7] Румянцев Д.Е. Потенциал использования дендрохронологической информации в лесной науке и практике: дисс. ... д-ра биол. наук. Воронеж: ВГЛТА, 2011. 354 с.
- [8] Коротков С.А., Киселева В.В., Стоноженко Л.В., Иванов С.К., Ерасова Е.В., Еремина М.В. Тенденции формирования насаждений в условиях Москвы и северо-восточного Подмосковья // Материалы Международной научно-технической юбилейной конференции «Лесные экосистемы в условиях меняющегося климата: проблемы и перспективы» / отв. ред. С.М. Матвеев, Воронеж, ВГЛТУ, 21–22 мая 2015. Воронеж: ВГЛТУ, 2015. С. 67–69.
- [9] Карпов В.Г. Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги. Л.: Наука, 1969. 336 с.
- [10] Ellenberg H. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Wiesen und Wieden und ihre standortliche Bewertung. Stuttgart: Ulmer, 1952, 143 p.
- [11] Вахнина И.Л., Обязов В.А., Замана Л.В. Динамика увлажнения в степной зоне Юго-Восточного Забайкалья с начала XIX столетия по кернам сосны обыкновенной // Вестник Московского университета. Сер. 5: География, 2018. № 2. С. 28–33.
- [12] Драгавцев В.А. Эколого-генетическая модель организации количественных признаков растений // Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология растений, 1995. № 5. С. 20–30.
- [13] Малышева Н.В., Быков Н.И. Дендрохронологические исследования ленточных боров юга Западной Сибири. Барнаул: Азбука, 2011. 125 с.
- [14] Матвеев С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи. Воронеж: ВГУ, 2003. 272 с.
- [15] Пинаевская Е.А. Влияние климатических параметров на формирование радиального прироста сосны на северной границе ареала Европейского Севера России // Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2018. № 2. С. 208–214.
- [16] Соломина О.Н., Бушуева И.С., Долгова Е.А., Золотокрылин А.Н., Кузнецова В.В., Кузнецова Т.О., Лазукова Л.И., Ломакин Н.А., Мацковский В.В., Матвеев С.М., Михайлов А.Ю., Михайленко В.Н., Пожидаева Д.С., Румянцев Д.Е., Сакулина Г.А., Семенов В.А., Хасанов Б.Ф., Черенкова Е.А., Чернокульский А.В. Засухи Восточно-Европейской равнины по гидрометеорологическим и дендрохронологическим данным. СПб.: Несто-История, 2017. 360 с.
- [17] Чендев Ю.Г., Лебедева М.Г., Матвеев С.М., Петин Л.Н., Долгих А.В., Смирнова Л.Г., Соловьев А.Б., Кухарук Н.С., Крымская О.В., Нарожная А.Г., Терехин Е.А., Березуцкий В.Д., Голотвин А.Н., Сарапулкин В.А., Сарапулкина Т.В., Федюнин И.В., Польшина М.А., Митрайкина А.М., Калугина С.В., Полякова Т.А., Белванцев В.Г., Вагулин И.Ю., Толстопятова О.С., Бобрунова Д.А., Тимащук Д.А., Дудин Д.И., Дудина Е.В., Тарубарова А.Н., Смирнов Г.В., Кухарук С.А., Тимошенко А.И., Тимохов И.С. Почвы и растительность юга Среднерусской возвышенности в условиях меняющегося климата. Белгород: Константа, 2016. 326 с.
- [18] Lovelius N.V. Dendroindication of natural processes and antropogenic influences. St-Peterburg: World and Family, 1997, 320 p.

- [19] Matveev S.M., Chendev Yu.G., Lupo A.R., Hubbard J.A., Timashchuk D.A. Climatic changes in the East-European forest-steppe and effects on Scots pine productivity // *Pure and Applied Geophysics*, 2017, v. 174, no. 1, pp. 427–443.
- [20] Позднякова Е.А., Волкова Г.А., Волков А.А., Кухта А.Е. Развитие методологии оценки откликов сосны обыкновенной севера Европейской территории России на воздействие климатических факторов // *Биоэкономика и экобиополитика*, 2016. № 1 (2). С. 145–151.
- [21] Румянцев Д.Е. История и методология лесоводственной дендрохронологии. М.: МГУЛ, 2010. 137 с.
- [22] Румянцев Д.Е. Влияние климатических факторов на рост сосны в Южной Карелии // *Лесоведение*, 2004. № 5. С. 73–75.
- [23] Чернышенко О.В., Румянцев Д.Е., Сарапкина Е.В. Проблемы воспитания и разведения здоровой осины на современном этапе // *Resources and Technology*, 2016. № 13. С. 1–11.
- [24] Rumyantsev D.E., Chernyshenko O.V., Sarapkina E.V. Tree ring analysis for aspen breeding: possibilities and perspectives // *European J. of Natural History*, 2016, no. 5, pp. 6–8.
- [25] Solomina O.N. Glacier variations in the Northern Caucasus compared to climatic reconstructions over the past millennium // *Global and Planetary Change*, 2016, v. 140, pp. 28–58.

Сведения об авторах

Румянцев Денис Евгеньевич — д-р биол. наук, профессор кафедры экологии и защиты леса МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), dendro15@list.ru

Стоноженко Леонид Валерьевич — канд. с.-х. наук, заведующий кафедрой экологии, лесоводства и современных технологий в лесном хозяйстве Всероссийского института повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства (ФАУ ДПО ВИПКЛХ), stonozhenko@mgul.ac.ru

Найденова Екатерина Васильевна — аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), curls-2007@yandex.ru

Поступила в редакцию 15.12.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

THEORETICAL BASIS FOR DETERMINING OPTIMAL STANDS COMPOSITION RESISTANT TO CLIMATIC FACTORS

D.E. Rumyantsev¹, L.V. Stonozhenko², E.V. Naidenova¹

¹BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

²Institute of Improvement of Professional Skill of Executives and Specialists Forestry, 17, Institutskaya st., 141200, Pushkino, Moscow reg., Russia

dendro15@list.ru

The variability of the radial growth of trees is considered as depending on the effect of climatic factors. The chronology of spruce trees in stands of different species composition is analyzed. The specificity of climatic factors influence on the radial growth of spruce depending on phytocenosis composition is examined. Correlation analysis of oscillations of radial growth and oscillations of meteorological parameters of the current and last year is performed. The linear regression equation is calculated simulating the fluctuations in the growth index of spruce in the birch-predominated stands as a function of climatic factors. The greatest meteosensitivity of spruce was recorded in case of its participation in the composition of small-leaf stands. On the contrary, the least meteosensitivity of spruce is observed in lime stands. It is recommended to create lime-spruce stands in the Moscow region as a way to increase spruce resistance to droughts.

Keywords: radial growth, spruce, dendrochronology, species composition, interspecific competition

Suggested citation: Rumyantsev D.E., Stonozhenko L.V., Naidenova E.V. *Teoreticheskie osnovy dlya opredeleniya optimal'nogo sostava drevostoya, ustoychivogo k vozdeystviyu klimaticheskikh faktorov* [Theoretical basis for determining optimal stands composition resistant to climatic factors]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 70–77. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-70-77

References

- [1] Korotkov S.A., Kiseleva V.V., Stonozhenko L.V., Ivanov S.K., Naydenova E.V. *O napravleniyakh lesobrazovatel'nogo protsessa v severo-vostochnom Podmoskov'e* [About the directions of the forest-forming process in the northeast of Moscow region]. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest technical journal], 2015, v. 5, no. 4 (19), pp. 41–54.
- [2] Korotkov S.A., Makuev V.A., Lopatnikov M.V., Nikitin V.V., Sirovov A.V., Stonozhenko L.V. *Forest-Use Issues in Moscow Region at the Beginning of 21st Century*. Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II. Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering, 2016, v. 9 (58), no. 2, pp. 17–24.
- [3] Abaturov A.V., Melankholin P.N. *Estestvennaya dinamika lesa na postoyannykh probnykh ploshchadyakh v Podmoskov'e* [Natural forest dynamics on permanent test plots in the Moscow region]. Tula: Grif i K, 2004, 334 p.
- [4] Rysin L.P., Rysin S.L. *Urbolesovedenie* [Urban forestry]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012, 240 p.
- [5] Drobyshev Yu.I., Korotkov S.A., Rumyantsev D.E. *Ustoychivost' drevostoev: strukturnye aspekty* [Stability of stands: structural aspects]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2003, no. 7, p. 2.
- [6] Kiseleva V.V., Lomov V.D., Obydennikov V.I., Titov A.P. *Istoriya i sovremennoe sostoyanie sosnyakov Alekseevskoy roshchi natsional'nogo parka «Losinyy ostrov»* [The history and current state of the pine forests of the Alekseevskaya grove of the Losiny Ostrov National Park]. *Lesovedenie* [Forest science], 2010, no. 3, pp. 42–52.

- [7] Rumyantsev D.E. *Potentsial ispol'zovaniya dendrokronologicheskoy informatsii v lesnoy nauke i praktike: diss. ... d-ra biol. nauk* [Potential for the use of dendrochronological information in forest science and practice: a thesis for the degree of Dr. Sci. (Biological)]. Voronezh: VGLTA, 2011, 354 p.
- [8] Korotkov S.A., Kiseleva V.V., Stonozhenko L.V., Ivanov S.K., Erasova E.V., Eremina M.V. *Tendentsii formirovaniya nasazhdeniy v usloviyakh Moskvy i severo-vostochnogo Podmoskov'ya* [Trends in the formation of stands in Moscow and the north-eastern Moscow region]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy yubileynoy konferentsii «Lesnye ekosistemy v usloviyakh menyayushchegosya klimata: problemy i perspektivy»* [Proceedings of the International Scientific and Technical Jubilee Conference «Forest ecosystems in a changing climate: problems and prospects»], Voronezh, VGLTU, May 21–22, 2015. Voronezh: VGLTU, 2015, pp. 67–69.
- [9] Karpov V.G. *Eksperimental'naya fitotsenologiya temnokhvoynoy taygi* [Experimental phytocenology of dark coniferous taiga]. Leningrad: Nauka, 1969, 336 p.
- [10] Ellenberg H. *Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Wiesen und Wälder und ihre standortliche Bewertung*. Stuttgart: Ulmer, 1952, 143 p.
- [11] Vakhnina I.L., Obyazov V.A., Zamana L.V. *Dinamika uvlazhneniya v stepnoy zone Yugo-Vostochnogo Zabaykal'ya s nachala XIX stoletiya po kernam sosny obyknovennoy* [Dynamics of moisture in the steppe zone of South-Eastern Transbaikalia since the beginning of the XIX century on the cores of Scots pine]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2018, no. 2, pp. 28–33.
- [12] Dragavtsev V.A. *Ekologo-geneticheskaya model' organizatsii kolichestvennykh priznakov rasteniy* [Ecological and genetic model of the organization of quantitative traits of plants]. *Sel'skhozaystvennaya biologiya. Seriya: biologiya rasteniy* [Agricultural biology. Series: plant biology], no. 5, 1995, pp. 20–30.
- [13] Malysheva N.V., Bykov N.I. *Dendrokronologicheskie issledovaniya lentochnykh borov yuga Zapadnoy Sibiri* [Dendrochronological studies of belt burs in the South of Western Siberia]. Barnaul: Azbuka, 2011, 125 p.
- [14] Matveev S.M. *Dendroindikatsiya dinamiki sostoyaniya sosnovykh nasazhdeniy Tsentral'noy lesostepi* [Dendrological indication of the dynamics of pine plantations in the Central forest-steppe]. Voronezh: VGU, 2003, 272 p.
- [15] Pinaevskaya E.A. *Vliyaniye klimaticheskikh parametrov na formirovaniye radial'nogo prirosta sosny na severnoy granitse areala Evropeyskogo Severa Rossii* [Influence of climatic parameters on the formation of radial growth of pine on the Northern border of the area of the European North of Russia]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Krasnoyarsk state agrarian University], no. 2, 2018, pp. 208–214.
- [16] Solomina O.N., Bushueva I.S., Dolgova E.A., Zolotokrylin A.N., Kuznetsova V.V., Kuznetsova T.O., Lazukova L.I., Lomakin N.A., Matskovskiy V.V., Matveev S.M., Mikhaylov A.Yu., Mikhaylenko V.N., Pozhidaeva D.S., Rumyantsev D.E., Sakulina G.A., Semenov V.A., Khasanov B.F., Cherenkova E.A., Chernokul'skiy A.V. *Zasukhi Vostochno-Evropeyskoy ravniny po gidrometeorologicheskim i dendrokronologicheskim dannym* [Droughts in East European plain, in the meteorological and dendrochronological data]. St-Peterburg: Nesto-Istoriya, 2017, 360 p.
- [17] Chendev Yu.G., Lebedeva M.G., Matveev S.M., Petin L.N., Dolgikh A.V., Smirnova L.G., Solov'ev A.B., Kukharuk N.S., Krymskaya O.V., Narozhnaya A.G., Terekhin E.A., Berezutskiy V.D., Golotvin A.N., Sarapulkin V.A., Sarapulkina T.V., Fedyunin I.V., Pol'shina M.A., Mitryaykina A.M., Kalugina S.V., Polyakova T.A., Belevantsev V.G., Vagulin I.Yu., Tolstopyatova O.S., Bobrunova D.A., Timashchuk D.A., Dudin D.I., Dudina E.V., Tarubarova A.N., Smirnov G.V., Kukharuk S.A., Timoshenko A.I., Timokhov I.S. *Pochvy i rastitel'nost' yuga Srednerusskoy vozvysheynosti v usloviyakh menyayushchegosya klimata* [Soils and vegetation of the South of the Central Russian upland in a changing climate]. Belgorod: Konstanta, 2016, 326 p.
- [18] Lovelius N.V. *Dendroindikatsiya prirodnykh protsessov i antropogennyykh vliyaniy*. St-Peterburg: World and Family, 1997, 320 p.
- [19] Matveev S.M., Chendev Yu.G., Lupo A.R., Hubbart J.A., Timashchuk D.A. *Climatic changes in the East-European forest-steppe and effects on Scots pine productivity*. *Pure and Applied Geophysics*, 2017, v. 174, no. 1, pp. 427–443.
- [20] Pozdnyakova E.A., Volkova G.A., Volkov A.A., Kukhta A.E. *Razvitiye metodologii otsenki otklikov sosny obyknovennoy severa Evropeyskoy territorii Rossii na vozdeystvie klimaticheskikh faktorov* [Development of the methodology for assessing the responses of pine in the North of the European territory of Russia to climatic factors]. *Bioekonomika i ekbiopolitika* [Bioeconomics and ecobiopolitics], 2016, no. 1 (2), pp. 145–151.
- [21] Rumyantsev D.E. *Istoriya i metodologiya lesovodstvennoy dendrokronologii* [History and methodology of forest dendrochronology]. Moscow, MSFU, 2010, 137 p.
- [22] Rumyantsev D.E. *Vliyaniye klimaticheskikh faktorov na rost sosny v Yuzhnoy Karelii* [Influence of climatic factors on pine growth in South Karelia]. *Lesovedeniye* [Forest science], 2004, no. 5, pp. 73–75.
- [23] Chernyshenko O.V., Rumyantsev D.E., Sarapkina E.V. *Problemy vospitaniya i razvedeniya zdorovoy osiny na sovremennoy etape* [Problems of upbringing and breeding of healthy aspen at the present stage]. *Resources and Technology*, 2016, no. 13, pp. 1–11.
- [24] Rumyantsev D.E., Chernyshenko O.V., Sarapkina E.V. *Tree ring analysis for aspen breeding: possibilities and perspectives*. *European J. of Natural History*, 2016, no. 5, pp. 6–8.
- [25] Solomina O.N. *Glacier variations in the Northern Caucasus compared to climatic reconstructions over the past millennium*. *Global and Planetary Change*, 2016, v. 140, pp. 28–58.

Authors' information

Rumyantsev Denis Evgen'evich — Dr. Sci. (Biological), Professor of the Department of ecology and protection BMSTU (Mytishchi branch), dendro15@list.ru

Stonozhenko Leonid Valeryevich — Cand. Sci. (Agricultural), Head of the Department of ecology, forestry and modern technologies in forestry of the all-Russian Institute of advanced training of managers and specialists of forestry (VIPKLH), stonozhenko@mgul.ac.ru

Naidenova Ekaterina Vasil'evna — pg. BMSTU (Mytishchi branch), curls-2007@yandex.ru

Received 15.12.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.