



DOI 10.21178/2079-6080.2017.1.4
УДК 58.084:58.056

Изменчивость линейного прироста посадок и естественного возобновления сосны обыкновенной на территории Пензенской области

© А.А. Романовская¹, Г.Л. Волкова¹, Е.А. Позднякова¹,
А.А. Волков^{1,2}, А.Е. Кухта^{1,2}

The linear increment variability of Scots pine in plantations and under forest canopy on the Penza region territory

A.A. Romanovskaya, G.L. Volkova, E.A. Pozdnyakova (Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet and RAS)

A.A. Volkov, A.E. Koukhta (Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet and RAS, Institute of Geography of RAS)

The issue presents the results of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) indexed linear increment ranges investigation in plantation and natural forest stands. The variability dynamics assessment of these increment ranges was performed. The comparison of linear increment variability extent in plantations and under forest canopy was fulfilled. The Scots pine undergrowth was the investigation object. The activity took place in 2002 on “Pokrovka” and “Usovka” lots on the territory of the Mezshdurechenkoye forest division of Nikolsky forestry enterprise, in the Penza region. Within the boundaries of these lots study plots were founded both in planted and natural forest stands. Indexed increment ranges similarity and growth course variability were assessed by means of correlation and variance analysis. During investigations for each of natural undergrowth and plantation the linear increment variance decrease in length of time was found out. For the whole of measurements package (as well as for singular temporal ranges) the lower variance level of natural undergrowth in comparison with plantations was registered. A significant correlation between Scots pine increment indexed ranges under forest canopy on “Pokrovka” and “Usovka” lots was detected. At that the forestation increment indexes ranges on all study plots are characterized by absence of common tendencies against each other. Correlations between planted and natural forest stands indexed growth courses were off. The assessment of capability for usage pine forestation as model objects in aid of forest ecosystems monitoring in the Penza region was carried out.

Key words: Scots pine, linear increment, variability, forestation, plantation, natural undergrowth

Изменчивость линейного прироста посадок и естественного возобновления сосны обыкновенной на территории Пензенской области

А.А. Романовская, Г.Л. Волкова, Е.А. Позднякова, А.А. Волков, А.Е. Кухта

В работе представлены результаты исследования степени сходства индексированных рядов линейных приростов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесных культурах и в естественном возобновлении, проведена оценка динамики изменчивости этих приростов. Осуществлено сравнение уровня вариабельности линейного прироста сосны естественного происхождения и в посадках. Исследования проводились в 2002 г. на участках «Покровка» и «Усовка», расположенных на территории Междуреченского лесничества Никольского лесхоза, в Пензенской области. На указанных участках были заложены пробные площади в древостоях естественного происхождения и в посадках. Сходство индексированных рядов приростов и изменчивость параметров ходов роста оценивалась путем корреляционного и вариационного анализа. В ходе проведенных исследований как для естественных древостоев, так и для лесных культур было обнаружено снижение изменчивости линейных приростов сосны обыкновенной с течением времени. Для всего массива измерений (так же, как и для отдельных временных рядов) зарегистрирован меньший уровень изменчивости естественных древостоев по сравнению с лесными культурами. Обнаружена значимая корреляция между индексированными рядами прироста подроста сосны обыкновенной естественного возобновления на участках «Покровка» и «Усовка». При этом ряды индексов прироста лесных культур на всех пробных площадях характеризуются отсутствием общих тенденций между собой. Также отсутствуют корреляции между индексированными ходами роста лесных культур и естественных древостоев. Произведена оценка возможности использования лесных культур сосны в качестве модельных деревьев в целях мониторинга состояния лесных экосистем для территории Пензенской области.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, линейный прирост, изменчивость, лесные культуры, посадки, естественный древостой

Романовская Анна Анатольевна – заместитель директора, чл.-кор. РАН, д-р биол. наук

Волкова Галина Леонидовна – мл. науч. сотр.

Позднякова Екатерина Александровна – мл. науч. сотр.

Волков Алексей Александрович – мл. науч. сотр.

Кухта Анна Евгеньевна – зав. лабораторией, канд. биол. наук
E-mail: anna_koukhta@mail.ru

¹Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН
107258, Москва, ул. Глебовская, 20Б
Телефон: +7 (499) 169-24-11

²ФГУН Институт географии РАН
119017, Москва, Старомонетный переулок, 29
Телефон: +7 (495) 959-00-22

Введение

Изменения климата и загрязнение природной среды, а также их последствия для биоты делают актуальной задачу мониторинга лесных экосистем [21, 22, 23]. Одним из методов выявления трендов состояния лесных экосистем является изучение параметров индивидуальной изменчивости деревьев. Данный метод включает анализ варибельности радиальных и линейных годовых приростов деревьев [15, 17, 19]. Результатами подобных исследований являются как фиксация текущего воздействия условий произрастания, так и построение реконструкций климатов прошлого на основании связи параметров прироста с метеорологическими показателями.

Чтобы адекватно оценивать состояние лесных экосистем по отклику на воздействия, необходимо иметь ясное представление о динамике варибельности деревьев и понимать, какие уровни изменчивости характерны для организмов различного возраста. Кроме того, в практическом мониторинге всегда существует методологическая проблема выбора пробных древостоев. В частности, возникает вопрос, во всех ли случаях лесные культуры адекватно отражают процессы, характерные для природных экосистем, и могут ли посадки играть роль модельных растительных сообществ при изучении откликов лесных биогеоценозов на воздействия климатических и иных факторов. В практических целях важно знать, в полной ли мере ход роста лесных культур соотносится с ходом роста естественных древостоев на данной территории. В литературе существует мнение, что рост культур более стабилен, чем рост деревьев естественного происхождения [7, 9, 20]. Следовательно, необходимо выяснить, всегда ли данный вывод верен, и какие факторы могут повлиять на различия в развитии искусственных и естественных древостоев на одной территории.

Цель данной работы – выявление степени схождения индексированных рядов линейных приростов сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. в лесных культурах и в естественном возобновлении, оценка динамики их изменчивости, а также сравнение уровня варибельности прироста у деревьев различ-

ного происхождения на территории Пензенской области.

Материалы и методы

Объектом исследования послужили деревья сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на участках «Покровка» и «Усовка» Междуреченского лесничества Никольского лесничества Пензенской области (53°40 с. ш., 46° в. д.).

Территория относится к юго-восточной подобласти атлантико-континентальной европейской климатической области. Для этой зоны характерны высокая амплитуда температур, преобладание западных ветров, интенсивная циклоническая деятельность, в связи с чем погода в этих широтах очень изменчива [1, 8]. Рельеф Никольского лесничества денудационный, представлен пластовыми возвышенными равнинами. Исследуемая территория относится к окско-донской провинции оподзоленных, выщелоченных и типичных среднегумусных и тучных маломощных и среднемощных черноземов и серых лесных почв [3, 5].

На территории лесничества методом маршрутных ходов было заложено 36 пробных площадей. На каждой из них учтено по 5 деревьев. Общая протяженность маршрутов составила примерно 110 км.

Определение годового линейного прироста осевого побега сосны проводилось в 2002 г. Согласно методике он измерялся у растений высотой не ниже 1 м и не выше 2,5 м [11, 12, 13]. Общее количество исследуемых образцов составило 180 экземпляров. Значения приростов усреднялись для каждой пробной площади.

Пробные площади на участках «Покровка-А» и «Усовка-А» закладывались в рядовых посадках лесных культур. Происхождение посадочного материала и изначальная густота неизвестны; согласно устному сообщению сотрудника лесничества, первоначальная густота культур превышала 4 тысячи штук семян на гектар. Следует отметить, что посадки на всех пробных площадях на момент измерения были загущенные, их сомкнутость достигала 0,9.

На участках «Покровка-Б» и «Усовка-Б» учитывался подрост сосны под пологом естественных древостоев с сомкнутостью крон 0,8. По типу растительности они относятся к свежим суборям. В составе первого яруса господствовала сосна с небольшим участием березы. Второй ярус был сформирован елью III-IV бонитета. Подлесок состоял из рябины, ломкой крушины, бородавчатого бересклета, красной бузины. В травянистом ярусе доминировал орляк, узколистая медуница, земляника, кровяно-красная герань, сон-трава, костяника, лапчатка, лесной вейник, желтый подмаренник, грушанки, черника. Напочвенный покров формировали зеленые мхи. Сосновый подрост располагался группами в окнах полога.

Возраст учтённого молодняка составлял 12-15 лет. На участке «Покровка» 6 пробных площадей было заложено в посадках и 10 – под пологом леса; на участке «Усовка» – 10 и 10 соответственно.

Изменчивость параметров приростов оценивалась путем вариационного и корреляционного анализа [2]. Для статистического анализа использовались пакеты MSExcel и SPSS.

Все рассматриваемые далее дендрохронологические временные ряды относительных значений линейных приростов (индексов прироста) были вычислены путем деления абсолютных значений линейного годового прироста на среднее значения для данного биологического возраста (используется скользящее среднее за 5 лет). Таким образом, из рядов прироста исключался возрастной тренд, характер изменчивости, типичный для деревьев, произрастающих в конкретных

местообитаниях, при этом сохранялся.

Результаты и обсуждение

Покровка» и «Усовка» на первом этапе исследований требовалось выявить сходство или различие рядов индексов приростов, то есть индексированных ходов роста культур и естественного возобновления. Для этого был применён метод корреляционного анализа.

При этом использование статистических методов для проверки значимости сходства или различия рядов индексов приростов было затруднено в связи со свойствами объекта измерения. В каждом временном ряду приростов молодняка (в отличие от спелых или приспевающих деревьев) имеется относительно небольшое число наблюдений из-за ограниченного числа измеряемых междуузлий осевых побегов. Следовательно, гипотеза о нормальном распределении рядов данных не может быть с достаточной степенью надежности проверена из-за короткого ряда наблюдений (10-12 значений). При таких малых объемах выборки основные критерии проверки на нормальность (такие, как Шапиро-Уилка или Колмогорова-Смирнова) не обладают достаточной мощностью, и существует большая вероятность принятия гипотезы о нормальности распределения в том случае, когда она на самом деле не верна [14]. Следовательно, для осуществления корреляционного анализа необходимо применить не стандартный параметрический коэффициент корреляции Пирсона, а ранговые коэффициенты корреляции Кендалла и Спирмена. Результаты корреляционного анализа приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Значения коэффициентов корреляции Кендалла для рядов приростов на участках «Усовка» и «Покровка»

Название участка	Вид насаждения	Покровка		Усовка	
		Культуры	Подрост	Культуры	Подрост
Покровка-А	Культуры	1	-0,111	-0,200	-0,022
Покровка-Б	Подрост	-	1	0,378	0,822
Усовка-А	Культуры	-	-	1	0,378
Усовка-Б	Подрост	-	-	-	1

Таблица 2

Значения коэффициентов корреляции Спирмена для рядов приростов на участках «Усовка» и «Покровка»

Название участка	Вид насаждения	Покровка		Усовка	
		Культуры	Подрост	Культуры	Подрост
Покровка-А	Культуры	1	-0,152	-0,285	-0,018
Покровка-Б	Подрост		1	0,552	0,939
Усовка-А	Культуры			1	0,564
Усовка-Б	Подрост				1

В ходе корреляционного анализа рядов индексов прироста обнаружены значимые коэффициенты корреляции ($p = 95\%$) для естественных молодняков на участках «Покровка» и «Усовка». Между рядами приростов культур и естественных

молодняков на одних и тех же участках, а также между посадками на различных участках значимых взаимосвязей обнаружено не было. Выявленные закономерности представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Индексы линейного прироста сосны обыкновенной на участках «Покровка» и «Усовка»

На приведенных графиках не наблюдается сходных тенденций отклонений индексов линейного прироста сосны от индексированного хода роста в культурах и в естественном возобновлении. При этом показатели вариабельности линейного прироста выше на начальных этапах роста деревьев (в более ранние годы). Разброс между индексами прироста древостоев, на разных пробных площадях, и между деревьями естественного происхождения и

культурами уменьшается к двухтысячным годам. В свою очередь, динамика индексов прироста выравнивается — амплитуда отклонений индексов от единицы становится меньше, что может свидетельствовать о снижении уровня изменчивости древостоев по параметру линейного прироста.

Для проверки данной гипотезы для каждого года был рассчитан коэффициент вариации индексов линейного прироста между отдельными деревьями на пробных

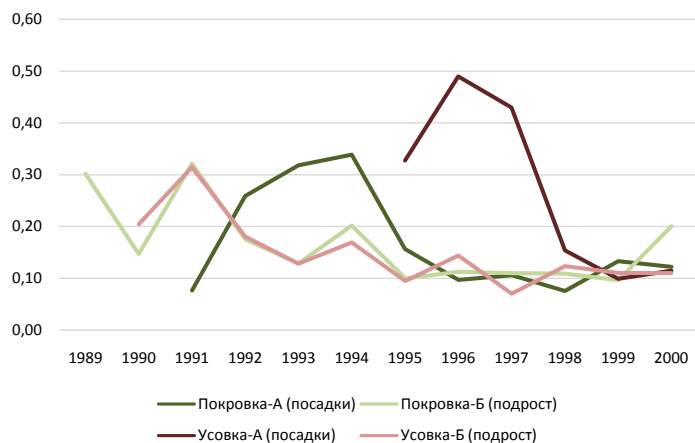


Рис. 2. Коэффициенты вариации индексов линейного прироста сосны обыкновенной на участках «Покровка» и «Усовка»

площадях. Графически полученная оценка вариабельности представлена на рисунке 2.

Полученные результаты позволили сделать вывод о наличии значительных различий между отдельными деревьями в первые годы роста и об уменьшении степени вариации годовичных приростов с возрастом деревьев как в пределах пробных площадей, так и между ними.

Наблюдаемое снижение вариабельности по мере роста деревьев объясняется процессами дифференциации и выпадения отдельных деревьев, что приводит к уменьшению уровня конкуренции между особями. Эти процессы характерны как для культур, так и для естественных древостоев. Однако характеры дифференциации и конкуренции в лесных культурах и в природных фитоценозах различаются между собой.

Результаты вариационного анализа иллюстрируют в целом меньшую вариабельность приростов сосны из естественных древостоев, в то время как прирост искусственных насаждений в разные годы варьирует сильнее. Зафиксированы различия в пиковых значениях исследуемого признака для деревьев различного происхождения – в посадках и в естественных древостоях. При этом индексированные ходы роста деревьев под пологом и в культурах не сходны. Корреляции

индексированных ходов роста посаженных деревьев на изучаемых участках не наблюдается. Однако обнаружено, что у подроста периоды уменьшения и увеличения темпов прироста совпадают (графики для деревьев естественного происхождения практически сливаются).

Для проверки результатов оценки изменчивости естественных древостоев и посадок было проведено сравнение статистических характеристик рядов индексов линейного прироста, усредненных по всем рассматриваемым пробным площадям (табл. 3).

Из представленных данных следует, что индексы линейного прироста, усредненные по пробным площадям, для посадок в целом варьируют несколько сильнее.

Интерес представляет и сравнительная оценка вариабельности не усредненных рядов приростов, а массивов отдельных измерений деревьев (индивидуальной изменчивости) в посадках и в естественном возобновлении. Для этого проведено сравнение различия изменчивости между отдельными деревьями на каждом из участков посредством расчета коэффициентов вариации не для усредненных временных рядов, а для всего массива измерений на каждом из 4-х рассматриваемых участков. Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 3

Изменчивость усредненных рядов индексов линейного прироста сосны на участках «Покровка» и «Усовка»

Название участка	Вид насаждения	Среднеквадратическое отклонение	Коэффициент Вариации, %
Покровка-А	Культуры	0,16	16,96
Покровка-Б	Подрост	0,13	12,73
Усовка-А	Культуры	0,15	16,08
Усовка-Б	Подрост	0,10	9,80

Таблица 4

Изменчивость массивов рядов индексов линейного прироста сосны обыкновенной

Название участка	Происхождение древостоев	Среднеквадратическое отклонение	Коэффициент вариации, %
Покровка-А	Культуры	0,24	24,51
Покровка-Б	Подрост	0,21	21,49
Усовка-А	Культуры	0,29	31,58
Усовка-Б	Подрост	0,16	16,47

По всему имеющемуся массиву измерений для посадок, так же, как и в случае усредненных временных рядов, наблюдается более сильное варьирование значений, чем на участках естественного происхождения. Так, среднеквадратическое отклонение индексов линейного прироста на участке «Усовка» для подроста значимо ниже (уровень значимости – 0,05), чем для посадок, что свидетельствует о более высоком уровне изменчивости приростов в культурах, чем в естественных древостоях. Происходит это, вероятно, из-за отмеченной нами ранее загущенности лесных культур: их сомкнутость достигала 0,9. Это и оказалось причиной повышенной конкуренции в популяции. По мере роста деревьев и смыкания крон происходила дифференциация и выпадение особей, что отражено более высокими в сравнении с естественными древостоями значениями коэффициентов вариации. Данное заключение подтверждается выводами целого ряда работ [7, 4]. Например, в относительно недавнем исследовании А.С. Касаткина и М.М. Семышева [7] конкуренцией объясняется от 46 до 61% изменчивости прироста древостоев.

Для объяснения причин того, что есте-

ственные древостои варьируют сходно, а культуры по этому признаку отличаются от естественного возобновления и различны между собой, было выдвинуто предположение о значительном влиянии на характер изменчивости ценологических факторов (характер почвенного покрова, освещение, конкуренция). Однако, как было указано выше, все пробные площади обладают сходным почвенным покровом. Это позволяет предположить, что в данных исследованиях почвенный фактор не оказывает существенного воздействия на изменчивость линейного прироста сосны. Геоморфология рельефа также, на наш взгляд, не является основополагающим фактором, влияющим на изменчивость прироста, поскольку, несмотря на то, что участка «Покровка» и «Усовка» располагаются в разных геоморфологических условиях, установлена высокая степень корреляции между приростами деревьев в естественных древостоях.

Различие характера варьирования культур и естественного возобновления также невозможно объяснить воздействием климатических факторов, так как все пробные площади расположены в географической близости

друг от друга, и испытывают воздействие практически идентичных метеорологических факторов.

Причины несходства параметров изменчивости культур и естественного возобновления на исследуемых участках, а также несходства вариабельности лесных культур между собой, по нашему мнению, может крыться в разнородности семенного материала для посадок. Как неоднократно отмечалось в литературе, происхождение семян определяет биологические особенности экотипов в новых условиях роста, устойчивость проростков, характеристики линейного роста [6, 10, 16, 18, 20]. Взятый из одной географической локации семенной материал обеспечивает генетическую близость и низкий уровень изменчивости растений. В нашем случае, очевидно, посевной материал характеризовался разнородностью происхождения. Кроме того, отмеченная нами ранее загущенность посадок также могла сыграть роль в увеличении уровня конкуренции в древостое, что привело к более интенсивной дифференциации растений. Указанные факторы, вероятно, и послужили причиной наблюдаемого различия параметров изменчивости.

Выводы

1. На всех пробных площадях участков «Покровка» и «Усовка», в культурах и в естественном возобновлении выявлено снижение с течением времени индивидуальной изменчивости линейных приростов сосны обыкновенной, обусловленное преимущественно дифференциацией и выпадением

отдельных деревьев в рамках конкурентных отношений.

2. Отмечено сходство вариабельности индексированных ходов роста деревьев в естественном возобновлении сосны на участках «Покровка» и «Усовка». При этом ряды индексов приростов лесных культур на указанных пробных площадях несходны с такими в естественных древостоях, а также между собой.

3. Зарегистрирован меньший уровень изменчивости естественных древостоев по сравнению с лесными культурами (как для временных рядов, так и для всего массива измерений).

4. По нашему мнению, для того, чтобы лесные культуры могли играть роль модельных древостоев в мониторинге лесных экосистем, необходимо выполнение ряда условий, в частности, должно гарантироваться местное происхождение семенного материала и уделено внимание густоте лесных культур (которая определяет силу последующей конкуренции среди деревьев). При несоблюдении указанных факторов в ходе роста культур могут наблюдаться тенденции, не соотносимые с ходом роста естественных древостоев на данной территории и они, таким образом, будут не пригодны для моделирования динамики лесных экосистем.

Авторы приносят искреннюю благодарность канд. биол. наук, зав. Лабораторией ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» М.Д. Корзухину за плодотворное обсуждение материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алисов, Б.П. Климат СССР / Б.П. Алисов. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1956. — 128 с.
2. Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов. — М.: Наука, 1983. — 415 с.
3. Гальдин, Г.Б. Почвы / Г.Б. Гальдин // Пензенская энциклопедия. — М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2001. — С. 491-493.
4. Голиков, А.М. Рост и конкурентные свойства энантиоморф ели европейской в 28-летних культурах / А.М. Голиков, М.В. Рогозин // Вестник Пермского университета. Биология. Ботаника. — 2013. — Вып. 1. — С. 4-10.
5. Добровольский, Г.В. География почв: учебник / Г.В. Добровольский, И.С. Урусевская. — 3-е изд. — М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006. — 460 с.
6. Ефремов, С.П. Посевные качества семян болотных и суходольных экотипов *Pinus sylvestris* L. / С.П. Ефремов, А.В. Пименов // Хвойные бореальные зоны. — 2004. — Вып. 2. — С. 56-61.

7. Касаткин, А.С. Индексы конкуренции в лесных насаждениях / А.С. Касаткин, М.М. Семышев. – Екатеринбург, УГЛТУ. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://science-bsea.narod.ru/2008/les_2008/kasatkin_ind.htm. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
8. Косарев, В.П. Лесная метеорология с основами климатологии: учебное пособие для вузов / В.П. Косарев. – СПб.: ЛТА, 2002. – 264 с.
9. Кузьмичев, В.В. Влияние плотности популяций сосны на изменчивость размеров деревьев / В.В. Кузьмичев, Л.С. Пшеничникова // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 3. – С. 150-156.
10. Кузьмина, Н.А. Дифференциация сосны обыкновенной по росту и выживаемости в географических культурах Приангарья / Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин, Л.И. Милютин // Хвойные бореальные зоны. – 2004. – Вып. 2. – С. 48-56.
11. Кухта, А.Е. Влияние температуры и осадков на годичный линейный прирост сосны обыкновенной на берегах Кандалакшского залива / А.Е. Кухта // Издательство МГУЛ. Лесной вестник. – 2009. – № 1(64). – С. 61-67.
12. Кухта, А.Е. Линейный прирост деревьев как индикатор состояния среды / А.Е. Кухта // Сибирский экологический журнал. – 2003. – № 6. – С. 767-771.
13. Кухта, А.Е. Метод мониторинга линейного прироста ювенильных древесных растений и его роль в оценке крупномасштабных изменений состояния природной среды и климата / А.Е. Кухта, С.М. Семенов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – СПб.: Гидрометеоздат, 2002. – Т. XVIII. – С. 167-192.
14. Лемешко, Б.Ю. Сравнительный анализ критериев проверки отклонения распределения от нормального закона / Б.Ю. Лемешко, С.Б. Лемешко // Метрология. – 2005. – № 2. – С. 3-23.
15. Ловелиус, Н.В. Изменчивость прироста деревьев / Н.В. Ловелиус. – Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1979. – 232 с.
16. Новикова, Т.Н. Дифференциация сосны обыкновенной из районов Якутии и Дальнего Востока по устойчивости и росту в географических культурах (Красноярская лесостепь) / Т.Н. Новикова // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2010. – № 3. – С. 90-94.
17. Овчинникова, Д.В. Дендрохронологические характеристики лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.) на верхней границе леса в Горном Алтае / Д.В. Овчинникова, Е.А. Ваганов // Сиб. экол. ж. – 1999. – № 2. – Т. 6. – С. 145-152.
18. Раевский, Б.В. Ход роста географических культур сосны обыкновенной в Карелии / Б.В. Раевский // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2011. – № 6. – С. 65-69.
19. Рысин, Л.П. Сосновые леса России / Л.П. Рысин, Л.И. Савельева. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 289 с.
20. Усольцев, В.А. Продукционные показатели и конкурентные отношения деревьев. Исследование зависимостей: монография / В.А. Усольцев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. – 556 с.
21. IPCC 1995: Climate Change 1995. The Science of Climate Change. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://ipcc.ch/ipccreports/sar/wg_I/ipcc_sar_wg_I_full_report.pdf. – Загл. с экрана. – Англ. яз.
22. PCC 2001: Climate Change 2001. Impacts, Adaptation and Vulnerability. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar. – Загл. с экрана. – Англ. яз.
23. IPCC 2014: Climate Change 2014. Impacts, Adaptation and Vulnerability. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-IntegrationBrochure_FINAL.pdf. – Загл. с экрана. – Англ. яз.

REFERENCES

1. Alisov B.P. Klimat SSSR. Moscow, 1956, 128 p. (In Russian).
2. Bol'shev L.N., Smirnov N.V. Tablitsy matematicheskoy statistiki. Moscow, 1983, 415 p. (In Russian).
3. Gal'din G.B. Pochvy. Penzenskaya ehntsiklopediya. Moscow, 2001, pp. 491-493. (In Russian).
4. Golikov A.M., Rogozin M.V. Rost i konkurentnye svojstva ehnantiomorf eli evropejskoj v 28-letnikh kul'turakh. *Vestnik Permskogo universiteta. Biologiya. Botanika*, 2013, no. 1, pp. 4-10. (In Russian).
5. Dobrovol'skij G.V., Urusevskaya I.S. Geografiya pochv. Moscow, 2006, 460 p. (In Russian).

6. Efremov S.P., Pimenov A.V. Posevnye kachestva semyan bolotnykh i sukhodol'nykh ehkotipov *Pinus sylvestris* L. *Khvojnye boreal'nye zony*, 2004, no. 2, pp. 56-61. (In Russian).
7. Kasatkin A.S., Semyshev M.M. Indeksy konkurentsii v lesnykh nasazhdeniyakh. Available at: http://science-bsea.narod.ru/2008/les_2008/kasatkin_ind.htm. (In Russian).
8. Kosarev V.P. Lesnaya meteorologiya s osnovami klimatologii. St. Petersburg, 2002, 264 p. (In Russian).
9. Kuz'michev V.V., Pshenichnikova L.S. Vliyanie plotnosti populyatsij sosny na izmenchivost' razmerov derev'ev. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2014, no. 3, pp. 150-156. (In Russian).
10. Kuz'mina N.A., Kuz'min S.R., Milyutin L.I. Differentsiatsiya sosny obyknovennoj po rostu i vyzhivaemosti geograficheskikh geograficheskikh kul'turakh Priangar'ya. *Khvojnye boreal'nye zony*, 2004, no. 2, pp. 48-56. (In Russian).
11. Kukhta A.E. Vliyanie temperatury i osadkov na godichnyj linejnyj prirost sosny obyknovennoj na beregakh Kandalakshskogo zaliva. *Lesnoj vestnik*, 2009, no. 1(64), pp. 61-67. (In Russian).
12. Kukhta A.E. Linejnyj prirost derev'ev kak indikator sostoyaniya sredy. *Sibirskij ehkologicheskij zhurnal*, 2003, no. 6, pp. 767-771. (In Russian).
13. Kukhta A.E., Semenov S.M. Metod monitoringa linejnogo prirosta yuvenil'nykh drevesnykh rastenij i ego rol' v otsenke krupnomasshtabnykh izmenenij sostoyaniya prirodnoj sredy i klimata. *Problemy ehkologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ehkosistem*, 2002, vol. XVIII, pp. 167-192. (In Russian).
14. Lemeshko B.Yu., Lemeshko S.B. Sravnitel'nyj analiz kriteriev proverki otkloneniya raspredeleniya ot normal'nogo zakona. *Metrologiya*, 2005, no. 2, pp. 3-23. (In Russian).
15. Lovelius N.V. *Izmenchivost' prirosta derev'ev*. Leningrad, 1979, 232 p. (In Russian).
16. Novikova T.N. Differentsiatsiya sosny obyknovennoj iz rajonov YAkutii i dal'nego vostoka po ustojchivosti i rostu v geograficheskikh kul'turakh (Krasnoyarskaya lesostep'). *Vestnik SVNTS DVO RAN*, 2010, no. 3, pp. 90-94. (In Russian).
17. Ovchinnikova D.V., Vaganov E.A. Dendrokronologicheskie kharakteristiki listvennitsy sibirskoj (*Larix sibirica* Ldb.) na verkhnej granitse lesa v Gornom Altae. *Sib. ehkol. Zh.*, 1999, vol. 6, no. 2, pp. 145-152. (In Russian).
18. Raevskij B.V. Khod rosta geograficheskikh kul'tur sosny obyknovennoj v Karelii. *Uchenye zapiski petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 6, pp. 65-69. (In Russian).
19. Rysin L.P., Savel'eva L.I. *Sosnovye lesa Rossii*. Moscow, 2008, 289 p. (In Russian).
20. Usol'tsev V.A. *Produksionnye pokazateli i konkurentnye otnosheniya derev'ev*. Issledovanie zavisimostej. Ekaterinburg, 2013, 556 p. (In Russian).
21. IPCC 1995: Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Available at: http://ipcc.ch/ipccreports/sar/wg_I/ipcc_sar_wg_I_full_report.pdf.
22. IPCC 2001: Climate Change 2001. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Available at: http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar.
23. IPCC 2014: Climate Change 2014. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Available at: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-IntegrationBrochure_FINAL.pdf.

Статья поступила в редакцию 24.10.2016