

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА РАЗНЫХ ФОРМ СОСНЫ В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ КУСТАРНИЧКОВО-СФАГНОВЫХ СОСНЯКАХ В УСТЬЯХ РЕК ВАГА И ВЫЧЕГДА

Е.А. Пинаевская, С.Н. Тарханов

ФБГУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова РАН, 163000, г. Архангельск, набережная Северной Двины, д. 23

aviatorov8@mail.ru

Исследован рост форм сосны с различным строением семенных чешуй шишек — *f. gibba* и *f. plana* в среднетаежных сосняках на избыточно увлажненных почвах в устьях рек Вага и Вычегда. Выявлены различия морфоструктурных показателей форм важской и вычегдской популяций сосны, в частности по средним значениям высоты ствола дерева с *f. gibba* достоверно превосходят сосны с *f. plana*. В важской популяции между формами отмечены достоверные различия по протяженности кроны, в вычегдской — по диаметру ствола, высоте поднятия живой ветви, протяженности и диаметру кроны. Приведены достоверные различия деревьев с *f. gibba* и *f. plana* по длине и массе шишки, длине и высоте апофиза, индексу формы апофиза шишки. Найдены средние значения радиального прироста: у деревьев с *f. plana* ниже, чем с *f. gibba*. Установлено доминирование деревьев с *f. gibba* в динамике радиального прироста. Показана связь радиального прироста с морфометрическими показателями ствола и кроны у сосен с разными формами апофиза семенных чешуй шишек.

**Ключевые слова:** сосна (*Pinus sylvestris* L.), морфометрические параметры, радиальный прирост, *f. gibba* и *f. plana*, избыточное увлажнение почв, средняя тайга

**Ссылка для цитирования:** Пинаевская Е.А., Тарханов С.Н. Особенности роста разных форм сосны в среднетаежных кустарничково-сфагновых сосняках в устьях рек Вага и Вычегда // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 6. С. 29–36. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-29-36

На европейском Севере России сосна обыкновенная — широко распространенный вид, занимающий значительные лесные площади. У *Pinus sylvestris* L. по анатомическим, физиологическим и морфологическим признакам вегетативных и генеративных органов выделяют разные морфотипы. Генетически стабильной фенотипической характеристикой у сосны обыкновенной является форма семенных чешуй шишек.

Вопросы систематики внутривидовых подразделений *Pinus sylvestris* L. обсуждали многие исследователи [1–7]. Некоторые из них изучали морфологическую изменчивость шишек сосны и выделили формы с плоским, выпуклым и крючковатым апофизом [1, 8–10], т. е. сосны с *f. gibba* — апофиз в виде пирамидки, в меньшем количестве и преимущественно в пределах северных местопроизрастаний сосны с *f. plana* — апофиз гладкий, с наименьшей частотой встречаемости и в пределах южных частей ареала *f. reflexa* — апофиз в виде крючка. Максимальные линейные размеры и максимальную массу имеют шишки с поверхностью семенной чешуи в виде крючка, минимальные — с гладкой поверхностью и промежуточные — с поверхностью в виде пирамидки [6, 11]. Во всех типах леса форма сосны с апофизом *f. reflexa* характеризуется лучшими показателями семян, с апофизом *f. plana* — худшими [12].

Кустарничково-сфагновые сосняки — широко распространенная группа растительных ассоциаций на севере европейской части России. Их пло-

щадь в северной и средней тайге Архангельской обл. составляет 30 и 32 % соответственно [13]. Доля деревьев с *f. gibba* в сфагновых сосняках в средней тайге и в устьях рек Вага и Вычегда составляет 60...79 %, с *f. plana* — 21...40 %.

Изучение изменчивости морфоструктурных признаков у сосен с разной формой апофиза в средней тайге (в пределах малой популяции) важно для оценки формового разнообразия вида и выявления морфотипов, быстрорастущих и более устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды.

### Цель работы

Цель работы — выявить особенности роста форм сосны обыкновенной с различным строением семенных чешуй шишек по морфоструктурным показателям в условиях постоянно избыточно увлажненных почв в устьях рек Вага и Вычегда (средняя тайга).

### Материалы и методы

Исследования проводились в среднетаежных кустарничково-сфагновых сосняках на избыточно увлажненных почвах в устьях рек Вага и Вычегда (2016–2017). Для выявления особенностей роста и сравнительного анализа у сосны были выделены два морфотипа по степени выраженности апофиза в каждой шишке: *f. gibba* — поверхность семенной чешуи выпуклая и *f. plana* — поверхность семенной чешуи плоская. На шести временных пробных площадях у выделенных форм сосны

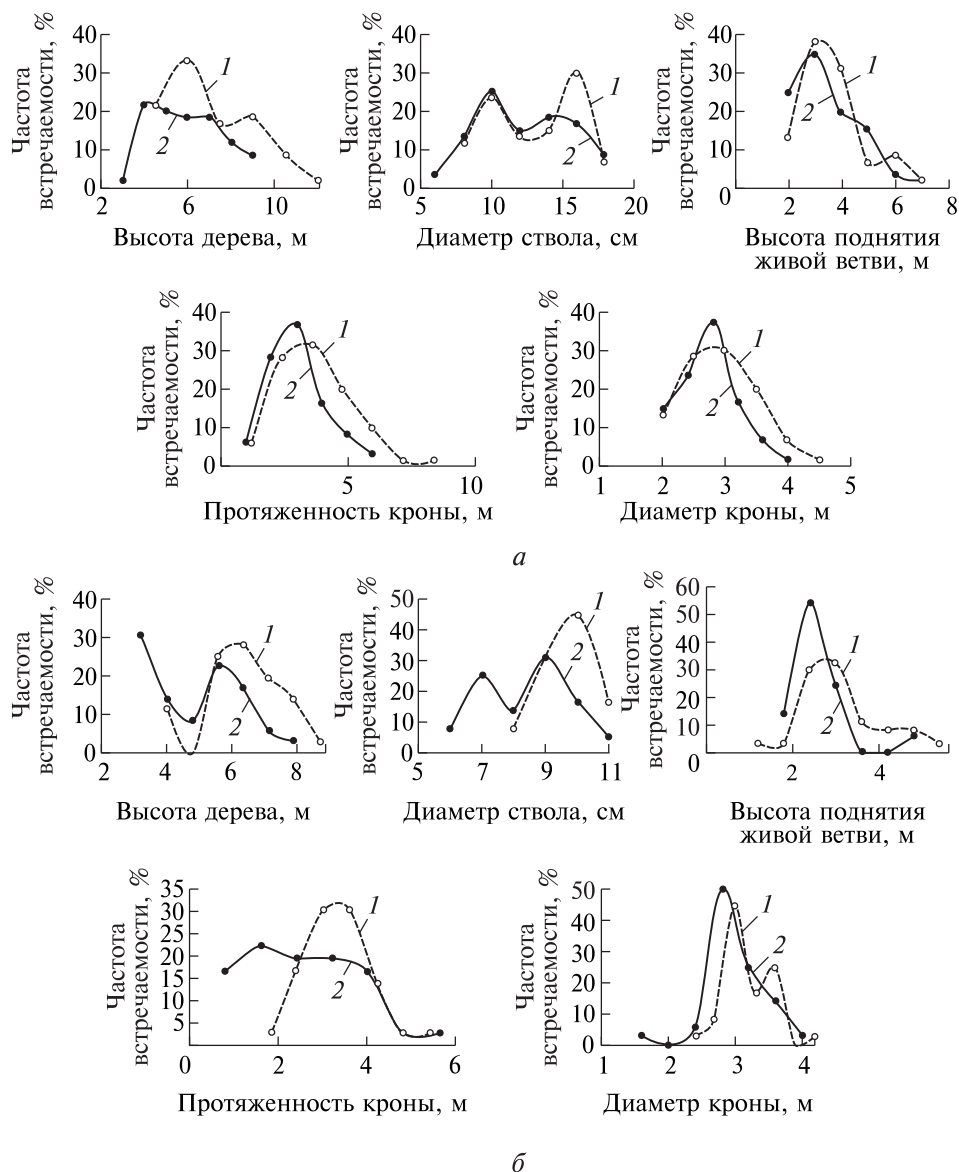


Рис. 1. Зависимость частоты встречаемости и морфометрических показателей у сосен с разной формой апофиза семенных чешуй шишек в важской (а) и вычегодской (б) популяциях: 1 — *f. plana*; 2 — *f. gibba*

Fig. 1. Dependence of the frequency of occurrence and morphometric indices in pines with different forms of apophysis of seed cone scales in Vazha (a) and Vychegodskaya (b) populations: 1 — *f. plana*; 2 — *f. gibba*

обыкновенной в возрасте 150...160 (вычегодская популяция) и 160...170 (важская популяция) лет были определены высота и диаметр ствола дерева, высота поднятия живой ветви, морфометрические параметры кроны, а также отобрано 10 шт. шишек с каждого дерева. Морфометрические параметры шишек измерены в лабораторных условиях. Был рассчитан индекс формы апофиза шишек [9]. Количество выборок деревьев по каждой форме составило 60, в вычегодской — 36. Для оценки динамики роста отобрали керны древесины ( $h = 1,3$  м) и провели дендрохронологический анализ с использованием стандартной методики обработки древесных-колец [14–18].

Экспериментальные данные обработаны согласно общепринятым статистическим методам [19, 20]. Достоверности различий между формами дана оценка с помощью *t*-критерия Стьюдента [21]. Изменчивость признаков определена по значениям коэффициента вариации [2].

## Результаты и обсуждение

Вариационные кривые показали хорошо выраженную синхронность у сосен с выпуклой и плоской поверхностью семенных чешуй в распределении численностей по диаметру ствола как в важской, так и в вычегодской популяциях (рис. 1). В важской популяции установлены близкие

Т а б л и ц а 1

**Морфоструктурные показатели у сосны с разной формой апофиза семенных чешуй шишек**  
**Morphostructural parameters of pine with different form of apophysis of seed scales of cones**

Морфоструктурный показатель		Важская популяция		Вычегодская популяция	
		выпуклая форма апофиза	плоская форма апофиза	выпуклая форма апофиза	плоская форма апофиза
Высота дерева, м	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	6,4 ± 0,25	5,7 ± 0,21	6,0 ± 0,19	4,5 ± 0,24
	min...max	3,2...11,5	2,7...9,0	3,5...8,2	2,5...7,5
	CV, %	30,3	29,3	19,3	32,2
Диаметр ствола от земной поверхности на высоте 1,3 м, см	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	12,3 ± 0,41	11,6 ± 0,41	9,7 ± 0,15	8,4 ± 0,23
	min...max	7,0...18,0	5,0...17,0	8,0...11,0	6,0...11,0
	CV, %	25,7	27,4	9,0	16,8
Высота поднятия живой ветви, м	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	3,2 ± 0,15	3,0 ± 0,16	2,9 ± 0,15	2,3 ± 0,11
	min...max	1,4...6,5	1,4...6,5	1,2...5,0	1,4...4,8
	CV, %	35,5	40,7	31,7	29,4
Протяженность кроны, м	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	3,1 ± 0,19	2,6 ± 0,14	3,1 ± 0,13	2,2 ± 0,20
	min...max	0,9...7,9	0,4...5,1	1,4...5,0	0,4...5,1
	CV, %	47,3	42,3	25,3	56,7
Диаметр кроны, м	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2,7 ± 0,07	2,6 ± 0,06	3,1 ± 0,06	2,8 ± 0,07
	min...max	1,9...4,5	1,8...4,0	2,4...4,0	1,6...3,7
	CV, %	21,0	17,5	11,1	14,6
Длина шишки, мм	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	32,0 ± 0,65	27,4 ± 0,38	27,2 ± 0,45	23,7 ± 0,36
	min...max	21,0...45,9	20,8...35,8	22,3...32,9	20,0...28,7
	CV, %	15,8	10,7	9,9	9,1
Масса шишки, г	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2,9 ± 0,14	2,0 ± 0,07	2,0 ± 0,08	1,4 ± 0,06
	min...max	1,0...6,7	1,1...3,5	1,2...3,1	0,8...2,3
	CV, %	37,5	28,6	25,0	27,0
Длина апофиза, мм	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	8,3 ± 0,09	7,9 ± 0,13	6,6 ± 0,09	6,0 ± 0,10
	min...max	6,8...9,9	5,5...9,7	5,6...7,9	5,0...7,2
	CV, %	8,2	12,9	8,6	10,0
Высота апофиза, мм	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2,6 ± 0,03	2,1 ± 0,02	2,3 ± 0,04	2,0 ± 0,02
	min...max	1,9...3,3	1,7...2,4	2,0...3,0	1,7...2,3
	CV, %	10,6	7,3	9,8	7,3
Индекс формы апофиза шишки (ИФАШ)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	0,41 ± 0,01	0,36 ± 0,004	0,39 ± 0,01	0,37 ± 0,01
	min...max	0,30...0,53	0,29...0,44	0,33...0,46	0,32...0,44
	CV, %	11,9	8,9	9,0	8,3
Абсолютная величина радиального прироста, мм	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	0,63 ± 0,04	0,49 ± 0,03	0,33 ± 0,01	0,22 ± 0,02
	min...max	0,19...1,45	0,18...0,98	0,22...0,59	0,10...0,56
	CV, %	46	45	24	48
Индекс радиального прироста (I), %	$\bar{x}$	101	101	101	101
	min...max	84...179	38...250	81...167	71...167
	CV, %	11	15	10	10

*Примечание:*  $\bar{x}$  — среднее значение;  $s_{\bar{x}}$  — ошибка среднего значения; min...max — минимальное и максимальное значение; CV — коэффициент изменчивости признака.

значения частоты встречаемости деревьев по протяженности и диаметру кроны, высоте поднятия живой ветви. Кривые распределения по высоте и диаметру ствола у форм с выпуклым и плоским типом дифференцируются на две группы (см. рис. 1). Мода в распределении частоты встречаемости высоты ствола, протяженности и диаметра кроны сдвинута вправо у сосен с выпуклым типом апофиза по сравнению с соснами с плоским. В последней выборке чаще встречаются деревья с невысокими значениями высоты ствола

и размерами кроны. Для выборок обеих форм характерна левая (положительная) асимметрия в распределении частоты встречаемости признаков, за исключением диаметра ствола. Распределение численностей по диаметру кроны у сосны с плоским типом апофиза близко к нормальному. В вычегодской популяции кривые распределения численностей по высоте и диаметру ствола у сосны с выпуклым типом имеют правостороннее смещение, поэтому таких деревьев больше, причем они характеризуются повышенными зна-

чениями указанных показателей, в отличие от деревьев с плоским типом апофиза (см. рис. 1). С меньшими значениями показателей высоты поднятия живой ветви чаще встречаются деревья с *f. plana*. У деревьев *f. gibba* распределение численностей по протяженности кроны близко к нормальному. Кривые диаметра ствола у сосен с разной формой апофиза имеют близкие значения. Для выборок обеих форм характерна левая (положительная) асимметрия в распределении численностей по высоте поднятия живой ветви и протяженности кроны.

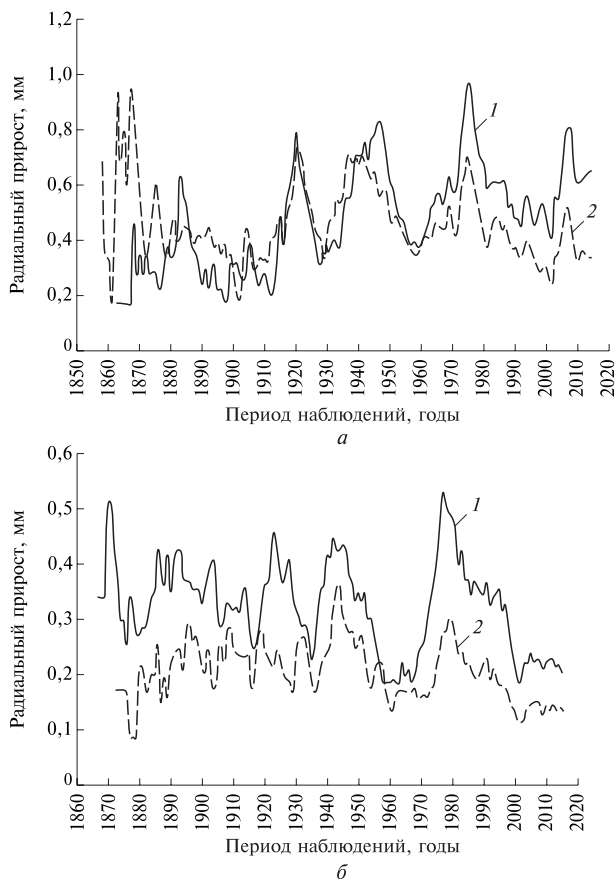
В характере морфоструктуры форм важской и вычегодской популяций сосен с различным типом апофиза проявляются различия. Средние значения высоты ствола ( $t = 2,14 \dots 4,93$ ;  $t_{0,05} = 1,98 \dots 2,00$ ) (табл. 1) сосны с выпуклой формой апофиза семенных чешуй достоверно превосходят средние значения сосны с плоской формой апофиза.

В важской популяции отмечены различия в протяженности кроны ( $t = 2,49$ ;  $t_{0,05} = 1,98$ ). По средним значениям других морфоструктурных параметров существенные различия между формами не выявлены. В вычегодской популяции установлены достоверные различия между рассматриваемыми формами по диаметру ствола, высоте поднятия живой ветви, протяженности и диаметру кроны ( $t = 2,84 \dots 4,69$ ;  $t_{0,05} = 2,00$ ) (см. табл. 1).

Уровни изменчивости в выборках разных форм важской популяции сходны (см. табл. 1). Очень высокий уровень варибельности ( $CV > 40\%$ ) присущ таким морфоструктурным признакам, как высота до первой живой ветви и протяженность кроны. Повышенный уровень варибельности ( $CV = 21 \dots 30\%$ ) характерен для высоты и диаметра ствола. В вычегодской популяции у *f. gibba* морфоструктурные показатели варьируют от низкого до высокого уровня, а у *f. plana* — от среднего до очень высокого.

Для общей характеристики морфоструктурных показателей установлены достоверные различия между *f. gibba* и *f. plana* по длине ( $t = 6,05 \dots 6,11$ ;  $t > t_{0,05}$ ) и массе ( $t = 5,44 \dots 5,72$ ;  $t > t_{0,05}$ ) шишки, длине ( $t = 2,44 \dots 4,28$ ;  $t > t_{0,05}$ ) и высоте ( $t = 6,60 \dots 11,08$ ;  $t > t_{0,05}$ ) апофиза, индексу формы апофиза шишки ( $t = 3,05 \dots 7,40$ ;  $t > t_{0,05}$ ) (см. табл. 1). Коэффициенты вариации для морфометрических параметров шишек у разных форм имеют значения от очень низких до высоких.

Установлено, что средние значения радиального прироста у *f. plana* ниже, чем у *f. gibba* ( $t > t_{0,05}$ ) (см. табл. 1). Изменчивость радиального прироста у сосны с различной степенью выраженности апофиза в важской популяции характеризуется очень высоким уровнем, в вычегодской — повышенным и очень высоким. В важской попу-

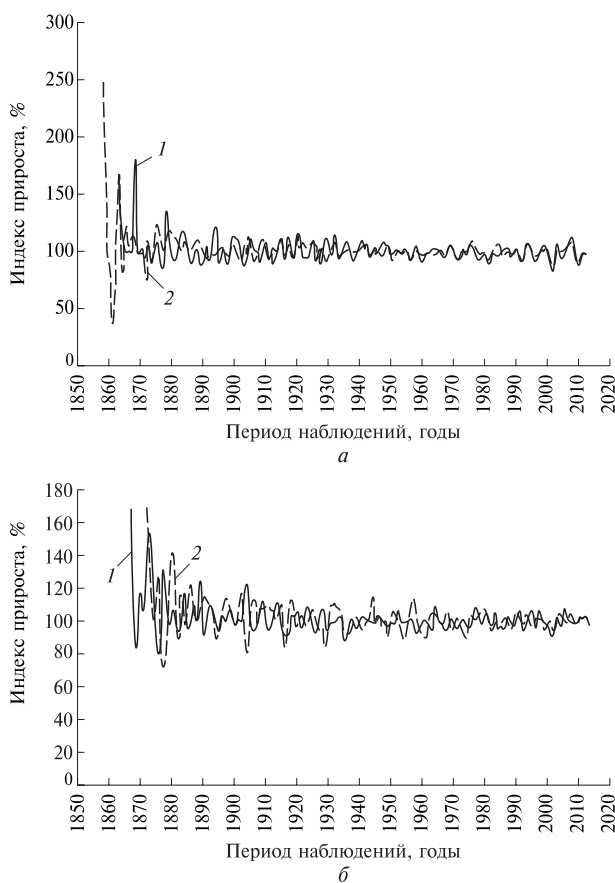


**Рис. 2.** Динамика радиального прироста у сосны обыкновенной с разной формой апофиза семенных чешуй шишек в важской (а) и вычегодской (б) популяциях: 1 — выпуклая форма апофиза; 2 — плоская форма апофиза

**Fig. 2.** Dynamics of radial growth in common pine with a different form of apophysis seed cone scales in Vazha (а) and Vychegod (б) populations: 1 — convex apophysis; 2 — flat form of apophysis

ляции преимущество в приросте у *f. gibba* проявляется только в спелом возрасте, а в молодом (до 20 лет) — превосходство имела форма *f. plana* (рис. 2). В молодом возрасте более высокие значения радиального прироста у *f. plana* могут связываться с адаптивными реакциями на стрессовые условия. С возраста 50...60 лет для форм по типу апофиза установлены близкие значения прироста. В возрасте 110 лет и старше наблюдается доминирование сосен с выпуклым типом апофиза над соснами с плоским типом апофиза.

В вычегодской популяции у сосен с *f. gibba* и *f. plana* отмечаются равномерные кривые прироста. Сосны с выпуклой формой апофиза семенных чешуй шишек преобладают над соснами с плоской формой на всем временном ряду (см. рис. 2). Отмечается сходная тенденция изменения индексов прироста по формам, что указывает на общность ответной реакции на локальные условия (рис. 3, см. табл. 1).



**Рис. 3.** Относительные значения индекса радиального прироста у сосен с различной формой апофиза семенных чешуй шишек в важской (а) и вычегодской (б) популяциях: 1 — выпуклая форма апофиза; 2 — плоская форма апофиза

**Fig. 3.** Relative value index of radial growth in pines with various forms of apophysis of seed cone scales in Vazha (a) and Vychegodskaya (b) populations: 1 — convex apophysis; 2 — flat form of apophysis

Ранее были проведены исследования прироста крайне северотаежной популяции сосны обыкновенной и установлено, что высота ствола деревьев с *f. gibba* на 11 % больше, чем у деревьев с *f. plana*. Выявлены преимущества в радиальном приросте у деревьев с *f. gibba* в молодом и среднем возрасте, что указывает на наследственный характер и разные типы прироста у сосен с различной формой апофиза семенных чешуй [22]. Для условий северной тайги характерны высокие значения радиального прироста у деревьев с *f. gibba* (на 34 %) по сравнению с деревьями с *f. plana* [23]. С улучшением условий (средняя тайга) тенденция меньшего прироста у сосен с *f. plana* сохраняется.

Проведен анализ по установлению корреляционной связи радиального прироста и морфоструктурных показателей у различных форм сосны обыкновенной (табл. 2).

В важской популяции установлены тесные корреляционные связи радиального прироста

Т а б л и ц а 2

**Коэффициент корреляции (r) радиального прироста с морфоструктурными показателями ствола и кроны у различных форм сосны обыкновенной**

**Correlation coefficient (r) of radial growth with morphostructural indices of the trunk and crown at a pine of different forms**

Морфоструктурный показатель	Важская популяция, $p < 0,001$		Вычегодская популяция, $p < 0,001$	
	выпуклая форма апофиза	плоская форма апофиза	выпуклая форма апофиза	плоская форма апофиза
Высота дерева, м	0,76	0,78	0,49	0,67
Диаметр ствола, см	0,75	0,81	0,39**	0,60
Высота поднятия живой ветви, м	0,45	0,56	0,31*	0,31
Протяженность кроны, м	0,64	0,52	0,36*	0,62
Диаметр кроны, м	0,56	0,46	0,52	0,49

Примечание: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ .

с высотой и диаметром ствола у деревьев с *f. gibba* и с *f. plana*. Умеренная и значительная связи выявлены между приростом и другими параметрами у сосен различных форм. В вычегодской популяции существенная корреляционная связь установлена между приростом и высотой, диаметром ствола, протяженностью кроны у деревьев с *f. plana*, а умеренная — у деревьев с *f. gibba*. По диаметру кроны у форм с различной формой апофиза семенных чешуй шишек установлена умеренная и значительная корреляционные связи.

**Выводы**

Выявление особенностей роста различных форм сосны обыкновенной в условиях постоянно избыточно увлажненных почв является важным для разработки методов сохранения внутривидового разнообразия. В среднетаежных кустарничково-сфагновых сосняках сосны с выпуклой формой апофиза семенных чешуй шишек (*f. gibba*) имеют большие средние значения высоты ствола (на 12...33 %,  $t > t_{0,05}$ ) по сравнению с соснами с *f. plana*. Определены достоверные различия между формами сосны обыкновенной по протяженности кроны, морфометрическим показателям шишки и радиальному приросту (важская и вычегодская популяции), диаметру ствола, высоте поднятия живой ветви и диаметру кроны (вычегодская популяция).

Все эти параметры свидетельствуют о лучшем приросте деревьев с выпуклой формой апофиза семенных чешуй шишек, что имеет практическое значение для лесной селекции.

*Исследования выполнены в рамках государственного задания ФГБУН Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова РАН № ГР АААА-А18-118011690221-0. Авторы выражают благодарность канд. биол. наук Г.С. Потапову (ФИЦКИА РАН) за оказанную помощь в сборе материала при проведении экспедиционных работ.*

## Список литературы

- [1] Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 194 с.
- [2] Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). М.: Наука, 1972. 284 с.
- [3] Видякин А.И. Популяционная структура сосны обыкновенной – основа генетико-селекционного улучшения вида // Генетико-селекционные основы улучшения лесов. Воронеж: НИИИЛГиС, 1999. С. 219–224.
- [4] Видякин А.И. Фены лесных древесных растений: выделение, масштабирование и использование в популяционных исследованиях (на примере *Pinus sylvestris* L.) // Экология, 2001. № 3. С. 197–202.
- [5] Видякин А.И. Основные итоги феногеноеграфического исследования популяционно-хорологической структуры сосны обыкновенной на северо-востоке Русской равнины // Вестник ИБ, 2012. № 3. С. 15–19.
- [6] Путенихин В.П. Популяционная структура и сохранение генофонда хвойных видов на Урале: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Красноярск, 2000. 48 с.
- [7] Farjon A. World Checklist and Bibliography of Conifers. Kew: Royal Botanic Gardens, 2001, 309.
- [8] Дворецкий Н.И. Изменчивость морфологических признаков сосны обыкновенной в Восточном Забайкалье // Лесоведение, 1993. № 4. С. 77–80.
- [9] Видякин А.И. Изменчивость формы апофизов шишек в популяциях сосны обыкновенной на востоке европейской части России // Экология, 1995. № 5. С. 356–362.
- [10] Якимов Н.И., Поплавская Л.Ф., Сероглазова Л.М., Гвоздев В.К. Фенотипическая изменчивость плюсовых популяций сосны обыкновенной // Тр. БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, 2001. Вып. 9. С. 29–33.
- [11] Божок А.А. Внутривидовая изменчивость сосны обыкновенной в различных экологических условиях Львовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Рига, 1979. 16 с.
- [12] Поджарова З.С. Наследственные особенности экотипов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в БССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1970. 21 с.
- [13] Рысин Л.П. Сосновые леса европейской части СССР. М.: Наука, 1975. 212 с.
- [14] Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С., Наурызбаев М.М., Хантемиров Р.М. Методы дендрохронологии. Ч. 1. Красноярск: Издательство Красноярского государственного университета, 2000. 80 с.
- [15] Fritts H.C. Tree rings and climate. London, New York, San. Franc.: Academic Press, 1976. 567 p.
- [16] Cook E.R. A time series analysis approach to tree-ring standardization. Tucson: University of Arizona, 1985. 171 p.
- [17] Cook E.R., Kairiukstis L. (Eds.) Methods of dendrochronology: applications in environmental sciences. Dordrecht, Boston; London: Kluwer Acad. Publ., 1990. 394 p.
- [18] Grissini-Mayer H.D. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program Cofecha // Tree-Ring Research, 2001. V. 57. Pp. 205–221.
- [19] Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
- [20] Введение в систему Statistica: метод. указания / сост.: Т.Я. Лазарева, Р.Н. Абалуев. Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2002. 32 с.
- [21] Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
- [22] Пинаевская Е.А., Тарханов С.Н. Закономерности роста форм сосны (*Pinus sylvestris* L.) с разной формой апофиза семенных чешуй на северной границе ареала Европейской части России // Известия Самарского научного центра РАН, 2016. Т. 18. № 2 (2). С. 483–487.
- [23] Пинаевская Е.А., Тарханов С.Н. Изменчивость радиального прироста форм сосны (*Pinus sylvestris* L.) с разным типом апофиза семенных чешуй // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2016. № 2. С. 53–59.

## Сведения об авторах

**Пинаевская Екатерина Александровна** — мл. науч. сотр. лаборатории экологии популяций и сообществ Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова РАН, aviatorov8@mail.ru

**Тарханов Сергей Николаевич** — д-р биол. наук, заведующий лабораторией экологии популяций и сообществ Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова РАН, tarkse@yandex.ru

Поступила в редакцию 16.10.2018.

Принята к публикации 26.09.2019.

## GROWTH PECULIARITIES OF DIFFERENT PINE FORMS IN MIDDLE OF COUPLE-SPHAGNETIC ORDERS OF THE VAGA AND VYCHEGDA RIVERS

E.A. Pinaevskaya, S.N. Tarkhanov

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, 23, Severnaya Dvina emb., 163000, Arkhangelsk, Russia

aviatorov8@mail.ru

Studies were made of the growth of pine forms (f. *gibba* and f. *plana*) in pine forests on the excessive moistening of soils of the mouth of the river Vaga and Vychehda (middle taiga). Proportion of trees f. *gibba* is 60...79 % and f. *plana* — 21...40 %. The differences in the morphostructural indices of the forms in the Vazhskaya and Vychehgodskaya pine populations have been revealed. By average values of f. *gibba* significantly exceeds f. *plana* along the height of the trunk. In the Vazhskaya population there are differences in the length of the crown. According to the average values of other morphostructural parameters, no significant differences between the forms were revealed. In the Vychehgodskaya population, there are significant differences between the forms of the diameter of the trunk, the height of the raising of the live branch, the length and diameter of the crown. Significant differences between f. *gibba* and f. *plana* along the length and mass of the cone, the length and height of the apophysis, the index of the form of the apophysis of the cone. The mean radial growth in f. *plana* is lower than that of form f. *gibba*. Established dominance f. *gibba* in the time dynamics of radial growth. Correlation relations of radial growth with morphometric indices of the trunk and crown in pine with different forms of the apophysis of the seed scales of cones are noted.

**Keywords:** pine (*Pinus sylvestris* L.), morphometric parameters, radial growth, f. *gibba* and f. *plana*, excessive moistening of soils, middle taiga

**Suggested citation:** Pinaevskaya E.A., Tarkhanov S.N. *Osobennosti rosta raznykh form sosny v srednetayezhnykh sosnyakh kustarnichkovo-sfagnovykh ust'ya rek Vaga i Vychehda* [Growth peculiarities of different pine forms in middle of couple-sphagetic orders of the Vaga and Vychehda rivers]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019. T. 23. № 6. С. 29–36. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-6-29-36

### References

- [1] Pravdin L.F. *Sosna obyknovennaya. Izmenchivost', vnutrividovaya sistematika i selektsiya* [Scots pine. Variability, intraspecific taxonomy and selection]. Moscow: Nauka, 1964, 194 p.
- [2] Mamaev S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva Pinaceae na Urale)* [Forms of intraspecific variability of woody plants (on the example of *Pinaceae* family in the Urals)]. Moscow: Nauka, 1972, 284 p.
- [3] Vidyakin A.I. *Populyatsionnaya struktura sosny obyknovennoy – osnova genetiko-selektsionnogo uluchsheniya vida* [Population structure of scots pine is the basis of genetic-selection improvement of species]. *Genetiko-selektsionnyye osnovy uluchsheniya lesov [Genetiko-selection based improvement of forests]*. Voronezh: NIILGiS, 1999, pp. 219–224.
- [4] Vidyakin A.I. *Feny lesnykh drevesnykh rasteniy: vydeleniye, masshtabirovaniye i ispol'zovaniye v populyatsionnykh issledovaniyakh (na primere Pinus sylvestris L.)* [Drying, scaling and use in population studies (by the example of *Pinus sylvestris* L.)]. *Ekologiya [Ecology]*, 2001, no. 3, pp. 197–202.
- [5] Vidyakin A.I. *Osnovnyye itogi fenogenogeograficheskogo issledovaniya populyatsionno-khorologicheskoy struktury sosny obyknovennoy na severo-vostoke Russkoy ravniny* [The main results of a phenogenogeographic study of the population-horological structure of scots pine in the northeast of the Russian Plain]. *Vestnik IB*, 2012, no. 3, pp. 15–19.
- [6] Putenikhin V.P. *Populyatsionnaya struktura i sokhraneniye genofonda khvoynykh vidov na Urale*. Avtoref. diss. dokt. biol. nauk [Population structure and conservation of the gene pool of conifers in the Urals. Abst. Diss. Dr. Sci. (Biol.)]. Krasnoyarsk, 2000, 48 p.
- [7] Farjon A. *World Checklist and Bibliography of Conifers*. Kew: Royal Botanic Gardens, 2001, 309.
- [8] Dvoretzkiy N.I. *Izmenchivost' morfologicheskikh priznakov sosny obyknovennoy v Vostochnom Zabaykal'ye* [Variability of the morphological features of scots pine in the Eastern Transbaikal]. *Lesovedeniye [Forestry]*, 1993, no. 4, pp. 77–80.
- [9] Vidyakin A.I. *Izmenchivost' formy apofizov shishek v populyatsiyakh sosny obyknovennoy na vostoке Yevropeyskoy chasti Rossii* [Variability of the form of apophysis of cones in populations of scots pine in the east of the European part of Russia]. *Ekologiya [Ecology]*, 1995, no. 5, pp. 356–362.
- [10] Yakimov N.I., Poplavskaya L.F., Seroglazova L.M., Gvozdev V.K. *Fenotipicheskaya izmenchivost' plusovykh populyatsiy sosny obyknovennoy* [Phenotypic variability of positive populations of scots pine]. *Trudy BGTU. Ser. 1. Lesnoye khozyaystvo [Proceedings of BSTU. Ser. 1. Forestry]*, 2001, iss. 9, pp. 29–33.
- [11] Bozhok A.A. *Vnutrividovaya izmenchivost' sosny obyknovennoy v razlichnykh ekologicheskikh usloviyakh L'vovskoy oblasti*. Avtoref. diss. kand. s.-kh. nauk [Intraspecific variability of scots pine in various ecological conditions of the Lviv region. Abst. Diss. Cand. Sci. (Agric.)]. Riga, 1979, 16 p.
- [12] Podzharova Z.S. *Nasledstvennyye osobennosti ekotipov sosny obyknovennoy (Pinus sylvestris L.) v BSSR*. Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Hereditary features of ecotypes of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the BSSR. Abst. Diss. Cand. Sci. (Biol.)]. Minsk, 1970, 21 p.
- [13] Rysin L.P. *Sosnovyye lesa yevropeyskoy chasti SSSR* [Pine forests of the European part of the USSR]. Moscow: Nauka, 1975, 212 p.
- [14] Shiyatov S.G., Vaganov Y.A., Kirdeyanov A.V., Kruglov V.B., Mazepa V.S., Naurzabayev M.M., Khantemirov R.M. *Metody dendrokronologii: Uchebno-metodicheskoye posobiye. Ch. 1* [Methods dendrochronology: Teaching-methodical manual. Part 1]. Krasnoyarsk: Krasn. state. university, 2000, 80 p.

- [15] Fritts H.C. *Tree rings and climate*. London, New York, San. Franc.: Academic Press, 1976, 567 p.
- [16] Cook E.R. *A time series analysis approach to tree-ring standardization*. Tucson, University of Arizona, 1985, 171 p.
- [17] Cook E.R., Kairiukstis L. (Eds.) *Methods of dendrochronology: applications in environmental sciences*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. Publ., 1990, 394 p.
- [18] Grissini-Mayer H.D. *Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program Cofecha*. Tree-Ring Research, 2001, v. 57, pp. 205–221.
- [19] Zaytsev G.N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike* [Mathematical statistics in the experimental botany]. Moscow: Nauka, 1984, 424 p.
- [20] *Vvedeniye v sistemu Statistika* [Introduction to Statistica]. Sost.: T.Ya. Lazareva, R.N. Abaluyev. Tambov: Tambov State Technical University, 2002, 32 p.
- [21] Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Higher School, 1990, 352 p.
- [22] Pinaevskaya E.A., Tarkhanov S.N. *Zakonomernosti rosta form sosny (Pinus sylvestris L.) s raznoy formoy apofiza semennykh cheshuy na severnoy granitse areala Yevropeyskoy chasti Rossii* [Regularities in the growth of pine forms (*Pinus sylvestris* L.) with different apophysis of scales on the northern border of the European part of Russia]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN [Izvestiya Samara Scientific Center RAS], 2016, v. 18, no. 2 (2), pp. 483–487.
- [23] Pinaevskaya E.A., Tarkhanov S.N. *Izmenchivost' radial'nogo prirosta form sosny (Pinus sylvestris L.) s raznym tipom apofiza semennykh cheshuy* [Variability of radial growth of pine forms (*Pinus sylvestris* L.) with different type of apophysis of seed scales]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, 2016, no. 2, pp. 53–59.

## Authors' information

**Pinaevskaya Ekaterina Aleksandrovna** — Junior Researcher of the Laboratory of the Ecology of Populations and Communities of the N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, aviatorov8@mail.ru

**Tarkhanov Sergey Nikolaevich** — Dr. Sci. (Biol.), Head of the Laboratory of the Ecology of Populations and Communities of the N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, tarkse@yandex.ru

Received 16.10.2018.

Accepted for publication 26.09.2019.