

ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ УСТОЙЧИВОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ К РЕКРЕАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

И. В. Тырченкова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Российская Федерация

Рекреационная деятельность значительно воздействует на процессы роста и развития сосны обыкновенной. Индивидуальная изменчивость деревьев по устойчивости к повреждающим факторам, связанных с деятельностью человека, особенно к рекреационному воздействию, позволяет вести селекцию устойчивых к антропогенному воздействию форм. Объекты исследования представлены искусственными сосновыми насаждениями 62-летнего возраста различной стадии дигрессии (ТЛУ-А) на территории Сомовского лесничества Воронежской области. В работе изучены фенотипические признаки устойчивости сосны обыкновенной к рекреационному воздействию. Показателями устойчивости искусственных сосновых насаждений служили: густота и архитектура кроны, степень ее усыхания, угол отхождения сучьев от ствола в нижней, средней и верхней частях кроны. С увеличением стадии дигрессии доля деревьев с пирамидальной формой кроны уменьшается, но к V стадии 20 % особей остаются жизнеспособными. Данные формы, обладающие ценными свойствами, могут стать объектом отбора. Доля деревьев с овальной и шаровидной кроной увеличивается с повышением стадии дигрессии и, соответственно, увеличивается процент деревьев с прямым и тупым углом отхождения сучьев от ствола. Это связано с энергией роста деревьев в ухудшающихся условиях произрастания с каждой последующей стадией. Деревья с густой кроной более адаптированы к рекреационным воздействиям. Этот показатель является фенотипическим признаком при формировании устойчивых к рекреационным воздействиям насаждений. В ненарушенном насаждении имеется лишь 15 % деревьев с усохшей кроной в нижней части. В насаждении III стадии дигрессии их уже 48 %, в IV и V – 72 % и 62 % соответственно. Выявлены категории деревьев, перспективные с селекционной точки зрения для их дальнейшего применения.

Ключевые слова: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*, L.), устойчивость насаждений, фенотипические признаки, селекционные категории деревьев, стадия дигрессии.

PHENOTYPIC EVIDENCE OF RESISTANCE OF SCOTCH PINE TO RECREATION IMPACT

I. V. Tyrchenkova

Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation

Abstract

Recreational activities significantly affect the processes of growth and development of Scotch pine. Individual variability of trees for resistance to the damaging factors associated with human activities, especially recreational effects, allows selection of forms, resistant to anthropogenic impact. The objects of study are artificial pine plantations of 62 years of age, of different stages of digression (TLU-A₂) on the sites of Somovskoe forestry of the Voronezh region. This paper studied the phenotypic stability of Scotch pine to recreational impact. Indicators of the sustainability of artificial pine stands were: density of architecture of the crown, the degree of shrinkage, the angle of divergence of the branches from the trunk into the lower, middle and upper parts of the crown. With increasing stage of digression, the proportion of trees with a pyramidal shape of the crown decreases, but fewer than 20% of individuals remain viable by the V stage. These forms with valuable properties may be a subject to selection. The proportion of trees with oval or spherical crown increases with the stage of digression, and, consequently, increases the percentage of trees with straight and obtuse angle of divergence of the branches from the trunk. This is due to the energy of tree growth in a downward growth conditions with each subsequent stage. Trees with dense foliage are more adapted to recreational impacts. This figure is the phenotypic sign in the formation of plantations, resistant to recreational impacts. In undisturbed planting there

are only 15% of the trees with dried foliage at the bottom. In the planting of the III digression stage we have 48 %, in IV and V – 72 % and 62 %, respectively. Tree categories, promising from a breeding point of view for further use, are identified.

Keywords: Scotch pine (*Pinus sylvestris*, L.), stability of plantations, phenotypic characteristics, selection categories of trees, stage of digression.

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*, L.) является одной из главных лесообразующих и наиболее хозяйственно – ценной древесной породой России.

Сосна обыкновенная является очень полиморфным видом. В каждом древостое деревья различаются по морфологическим, анатомическим, физиологическим и другим признакам. Среди них встречаются формы, обладающие ценными свойствами, которые могут стать объектом отбора [6].

Рекреационная деятельность значительно воздействует на процессы роста и развития сосны обыкновенной. В зоне интенсивной рекреации у деревьев изменяются все структурные признаки: уменьшаются высота и диаметр ствола, ширина и протяженность кроны, густота охвоенности, годичный прирост, снижается продолжительность жизни деревьев [2, 10].

Индивидуальная изменчивость деревьев по устойчивости к болезням, к повреждающим факторам, связанным с деятельностью человека, особенно к рекреационному воздействию, позволяет вести селекцию устойчивых к антропогенному воздействию форм.

Одной из характерных особенностей лесного хозяйства является трудность применения агротехнических мероприятий для повышения продуктивности лесов. Поэтому в лесном хозяйстве исключительно велика роль селекционных мероприятий. Одним из направлений лесной селекции является выборочная (аналитическая) селекция, предусматривающая отбор в природных популяциях наиболее ценных форм, их оценку и внедрение в производство [11, 15].

Отбор позволяет не только повысить продуктивность будущих насаждений, но и их устойчивость [8, 12, 13, 14].

В сформировавшемся древостое могут быть выделены определенные селекционные категории деревьев по кроне, коре, сучьям трех классов роста и развития – лучшие, средние и худшие. Применение фенотипического подхода в исследовании позволяет выявить перспективные с селекционной точки зрения деревья для их дальнейшего применения, испытания и использования в селекционно-генетическом анализе при от-

боре хозяйственно-ценных форм [3].

М.М. Котов [5] доказал, что селекцию сосны обыкновенной необходимо вести в рамках климатипа применительно к типам лесорастительных условий. Диагностика наследственных качеств растений возможна, начиная с этапа однолетних семян. В качестве диагностируемых признаков приемлемы интенсивность роста в высоту и устойчивость ассимилирующих тканей против обезвоживания. Это – высокоадаптивные, контролируемые интегрированными генетическими системами признаки.

Матюк И.С. [7] предложил краткую классификацию для определения устойчивости насаждений по сомкнутости крон деревьев верхнего полога (первого яруса) и проценту здоровых деревьев ведущих пород первого яруса. Согласно данной классификации выделены следующие категории насаждений: устойчивые, неустойчивые, насаждения в стадии усиленного распада и отмирания и насаждения в период завершения распада и отмирания.

Хвойные виды на территории России изучались, в основном, в плане изменчивости в пределах ареала вида или на значительной его части [6].

Недостаточная изученность рекреационного воздействия на искусственные сосновые насаждения, а также селекционных аспектов устойчивости рекреационных лесов, обуславливает необходимость проведения более детальных исследований в данном направлении, особенно в малолесных районах.

Целью исследования являлось изучение фенотипических признаков устойчивости сосны обыкновенной к рекреационному воздействию.

Для достижения поставленной цели заложены пробные площади в искусственных сосновых насаждениях 62-летнего возраста различной стадии дигрессии на территории Сомовского лесничества города Воронежа. Работа проводилась в вегетационный период 2016 года на 5 пробных площадях, заложенных в типе леса – сосняк травяной. Размер пробных площадей составлял 0,16 – 0,75 га.

Обследование сосновых древостоев осуществ-

лялось по общепринятым лесоводственно - таксационным методикам. На каждом участке проведено полное таксационное описание с выявлением таких показателей, как: тип леса, состав, бонитет, средняя высота и диаметр древостоя, полнота, запас. Таксационная характеристика пробных площадей, по данным обследования, приведена в табл. 1.

Показателями устойчивости искусственных сосновых насаждений служили густота и архитектура кроны, степень ее усыхания, угол отхождения сучьев от ствола в нижней, средней и верхней частях кроны.

По типу кроны у сосны выделяют узкокронные, обычные и ширококронные деревья. Боковые ветви первого порядка у узкокронных сосен отходят от ствола под углом 30 -60°, образуя острый угол. У ширококронных деревьев ветви отходят от ствола под углом 80-90°, образуя прямой угол.

Преимуществом деревьев с узкой кроной является, главным образом, значительно большее их количество на 1 га, что позволяет на одной и той же площади вырастить большее количество древесины [1].

Увеличение соотношения ширины и длины живой кроны может рассматриваться как показатель ослабления роста сосны в возрасте 80-100 лет, так как установлена взаимосвязь между формой кроны и вероятностью появления суховершинности. При анализе результатов необходимо учитывать особенности пространственного размещения деревьев: одиночно или в биогруппе [4].

Крона сосны обыкновенной в 60 – летнем возрасте обычно имеет пирамидальную форму, но в результате действия повреждающих факторов, связанных с деятельностью человека, особенно рекреационного воздействия, формируются иные формы кроны (рис.1).

Одним из главных признаков, определяющим

форму кроны, является угол отхождения сучьев от ствола (табл. 2).

Для его определения использовали 3 – бальную шкалу: 1 – прямой угол отхождения (90°); 2 – острый угол отхождения (30°); 3 – тупой угол отхождения (110°). Его определяли для сучьев в нижней, средней и верхней частях кроны.

В ненарушенном насаждении I стадии дигрессии преобладают формы сосны с отхождением сучьев от ствола в нижней части кроны под прямым и острым углом (52 % и 45 % деревьев соответственно). Доля особей с прямым углом отхождения сучьев от ствола в нижней части кроны увеличивается по мере усиления рекреационного воздействия.

В насаждениях I и II стадий дигрессии для средней части кроны характерен острый угол отхождения сучьев от ствола, а начиная с III стадии – начинает преобладать прямой угол прикрепления.

Количество деревьев с острым углом отхождения сучьев от ствола в верхней части кроны уменьшается от I до V стадии дигрессии с 98 % до 46%, а доля деревьев с тупым углом – возрастает.

С повышением стадии дигрессии увеличивается доля деревьев с овальной и шаровидной формой кроны, у которых центральный побег развивается одинаково с боковыми побегами и, соответственно, увеличивается процент особей с прямым и тупым углом отхождения сучьев от ствола. Эти деревья относятся к категории медленнорастущих, что связано с ухудшением условий произрастания в каждой последующей стадии. Доля деревьев с пирамидальной формой кроны уменьшается с повышением стадии дигрессии, но к V стадии 20 % остаются жизнеспособными. Данные формы, обладающие ценными свойствами, могут стать объектом отбора.

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев сосны обыкновенной на пробных площадях Сомовского лесничества (на 1 га)

Пробная площадь №	Стадия рекреационной дигрессии	Тип леса	ТЛУ	Возраст, лет	Состав	Бонитет	Дср, см	Нср, м	Полнота	Запас на 1 га, м ³
1	I	Стр	A	62	10С	I	21,2	20,5	0,81	282
2	II	Стр	A	62	10С	II	18,5	18,0	0,75	256
3	III	Стр	A	62	10С	III	17,0	15,5	0,62	180
4	IV	Стр	A	62	10С	III	17,5	14,0	0,54	128
5	V	Стр	A	62	10С	IV	18,0	11,5	0,48	102

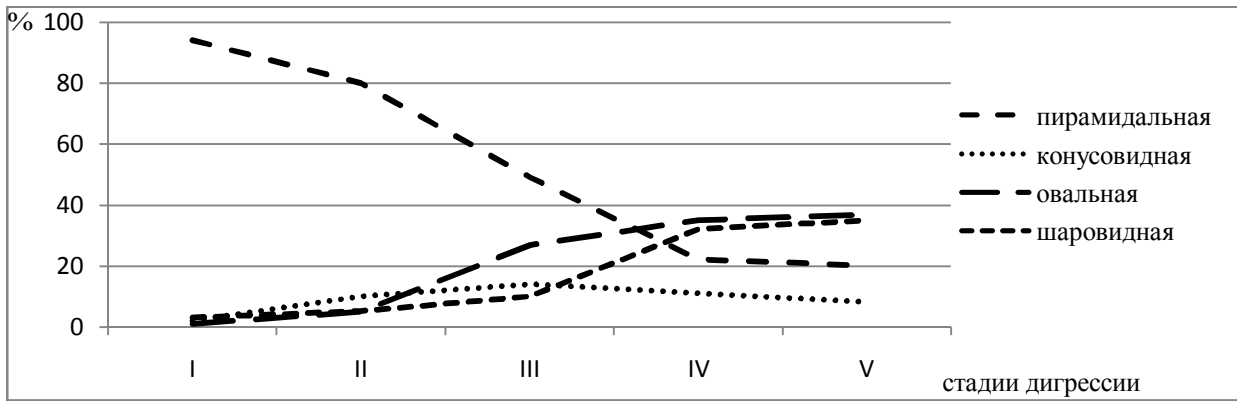


Рис. 1. Распределение деревьев с различной формой кроны в зависимости от стадии дигрессии

Таблица 2

Распределение деревьев сосны обыкновенной по углу отхождения сучьев от ствола: числитель – шт., знаменатель – %

№ пробной площади	Стадии дигрессии	Угол отхождения сучьев от ствола дерева	Количество деревьев: числитель – шт., знаменатель – %		
			В нижней части кроны	В средней части кроны	В верхней части кроны
1	I	прямой	103/52	28/14	2/1
		острый	89/45	168/85	196/98
		тупой	6/3	2/1	2/1
2	II	прямой	133/63	31/15	5/2
		острый	70/33	177/84	201/96
		тупой	7/4	2/1	4/2
3	III	прямой	166/85	102/52	34/17
		острый	21/11	92/47	161/82
		тупой	10/4	3/1	2/1
4	IV	прямой	143/86	52/31	47/28
		острый	8/5	70/42	78/47
		тупой	16/9	45/27	42/25
5	V	прямой	106/88	75/62	41/34
		острый	5/4	25/21	55/46
		тупой	10/8	21/17	25/20

На густоту кроны и степень ее усыхания влияют многие факторы, одним из которых является рекреационное воздействие (рис. 2, табл. 3).

Доля участия деревьев с редкой и средней густотой кроны зависит от стадии рекреационной дигрессии. По мере усиления рекреационного воздействия количество деревьев с редкой кроной увеличивается (от 19 % до 44 %), со средней кроной – уменьшается (от 62 % до 35 %). Практически неизменным в насаждениях различной стадии дигрессии остается количество особей с густой кроной. Это свидетельствует об их большей адаптированности к рекреационному воздействию. Густая крона у сосны обыкновенной может служить фенотипическим признаком при формировании устойчивых к рекреационным воздействиям насаждений [9].

По мере усиления рекреационного воздействия

уменьшается количество деревьев без признаков усыхания кроны и возрастает число особей с усохшей кроной. В ненарушенном насаждении имеется лишь 15% деревьев с усохшей кроной в нижней части. В насаждении III стадии дигрессии их уже 48 %, в IV и V – 72 % и 62 % соответственно. В последних стадиях, кроме этого, имеется по 13 % сосен с усохшей средней и верхней частью кроны. Полностью усохшая крона наблюдается у 17% деревьев в V стадии дигрессии.

Таким образом, с увеличением рекреационного воздействия ухудшается общее состояние сосновых насаждений, прежде всего за счет снижения развитости крон деревьев.

Такой селекционно – морфологический признак, как угол отхождения сучьев от ствола в нижней, средней и верхней частях кроны зависит от условий произрастания и степени рекреационного воздействия.

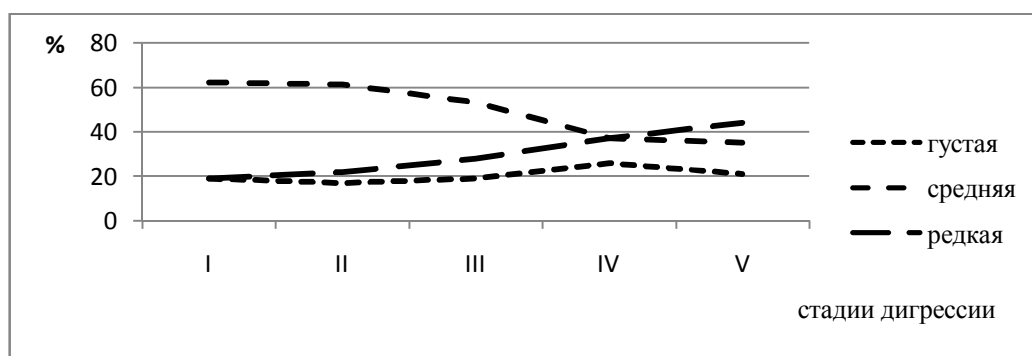


Рис. 2. Распределение деревьев с различной густотой кроны в зависимости от стадии дигрессии

Таблица 3

Распределение деревьев сосны обыкновенной по степени усыхания кроны, числитель – шт., знаменатель – %

Номер пробной площади	Стадия дигрессии	Число деревьев без усыхания	Усохшая часть кроны			
			нижняя	средняя	верхняя	вся
1	I	168/85	30/15	-	-	-
2	II	151/72	55/26	-	2/1	2/1
3	III	101/51	94/48	-	-	2/1
4	IV	15/9	120/72	7/4	15/9	10/6
5	V	10/8	75/62	4/3	12/10	20/17

Наиболее ярко устойчивость отдельных деревьев сосны обыкновенной проявляется в насаждениях IV и V стадий рекреационной дигрессии.

Устойчивыми к рекреационному воздействию и перспективными с селекционной точки зрения являются деревья сосны обыкновенной с хорошо развитой и густой кроной пирамидальной формы.

Закономерности изменения фенотипических признаков сосны обыкновенной в насаждениях различной стадии дигрессии необходимо учитывать при проведении лесохозяйственных мероприятий, связанных с отбором высокопродуктивных форм для их дальнейшего применения и вырубкой малопродуктивных особей.

Библиографический список

1. Альбенский, А.В. Методы улучшения древесных пород [Текст] / А.В. Альбенский. – М.; Л.: Гослесбуиздат, 1954. – 211 с.
2. Герасимов, А.О. Устойчивость хвойных пород в уличных посадках Санкт – Петербурга [Текст]: автореф. дисс. канд. биол. наук: 06.03.03 / А.О. Герасимов. – Санкт-Петербург, 2003. – 28 с.
3. Егоров, М.Н. Фенотипическая структура естественного древостоя сосны обыкновенной Хреновского бора в Центральном Черноземье [Текст] / М.Н. Егоров // Лесной вестник. – 2003. – № 5 – С. 21-25.
4. Ерзин, И.В. О некоторых показателях оценки состояния сосны обыкновенной в городских парках Москвы [Текст] / И.В. Ерзин // Лесное хозяйство. – 2010. – № 6 – С. 28-29.
5. Котов, М.М. Интеграция генетических систем и структура популяций сосны обыкновенной [Текст] / М.М. Котов // Лесоведение. – 1996. – № 5. – С. 19-25.
6. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений [Текст] / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 284 с.
7. Матюк, И.С. Устойчивость лесонасаждений [Текст] / И.С. Матюк. – М.: Лесн. пром-ть, 1983. – 136 с.
8. Рогозин М. В. Селекция сосны обыкновенной для плантационного выращивания [Текст]: монография / М. В. Рогозин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2013. – 200 с.
9. Тырченко, И.В. Морфологические признаки сосны обыкновенной в насаждениях различной стадии дигрессии

сии [Текст] / И.В. Тырченко // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы XIV Международной научной конференции. – Красноярск: СибГТУ, 2011. – С. 124-127.

10. Тырченко, И.В. Структура лесных культур сосны обыкновенной в насаждениях различных стадий дигрессии [Текст] / И.В. Тырченко // Проблемы и перспективы развития лесомелиораций и лесного хозяйства в Южном федеральном округе: материалы международной науч. – практ. конф., посв. 90 – летию высшего лесного образования на Дону. – Новочеркасск: НГМА, 2010. – С. 215-218.

11. Федорова, А.И. К методическим проблемам лесной селекции [Текст] / А.И. Федорова, В.А. Драгавцев // Лесной журнал. – 1961. – № 4. – С. 12-17.

12. Fisher, R.A. The genetical theory of natural selection [Text] / R.A. Fisher // Oxford: Clarendon press, 1930. – 272 p.

13. Golikov, A.M. Adaptive disparity of dissymmetrical forms of *Pinus silvestris* L. and *Picea abies* L. Karst. in the north-west of Russian SFSR. [Text] / A. M. Golikov // Symmetry of structure. Interdisciplinary symmetry symposia, 1. Budapest: The Hungarian Academy of Sciences, 1989. – pp. 168-171.

14. Haidane, J.B. A mathematical theory of natural and artificial selection. 5. Selection and mutation [Text] / J.B. Haidane // Proc. Cambridge Philos. Soc. – 1927. – Vol. 23. – pp. 838-844.

15. Stern, K., Gregorius H.R. Schätzungen der effektiven Populationsgrösse bei *Pinus sylvestris* [Text] / K. Stern, H. R. Gregorius // Theor. And Appl. Genet. – 1972. – Vol. 42. – no. 3. – pp. 107-110.

References

1. Albenskiy A.V. *Metody uluchsheniya drevesnykh porod* [Methods of improving tree species]. Moscow Leningrad. 1954, 211 p. (In Russian).

2. Gerasimov A.O. *Ustoychivost' khvoynykh porod v ulichnykh posadkakh Sankt – Peterburga* Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Stability of coniferous species in street plantings of St. Petersburg Abstract. diss. cand. biol. Sciences]. Saint-Petersburg. 2003, 28 p. (In Russian).

3. Egorov M.N. *Fenotipicheskaya struktura estestvennogo drevostoya sosny obyknovnoy Khrenovskogo bora v Tsentral'nom Chernozem'e* [Phenotypic structure of a natural forest stand of Scots pine Khrenovskoy Bor in the Central Chernozem]. *Lesnoy vestnik*. [Forest Bulletin]. 2003, no 5, pp. 21-25. (In Russian).

4. Erzin I.V. *O nekotorykh pokazatelyakh otsenki sostoyaniya sosny obyknovnoy v gorodskikh parkakh Moskvy* [Some indicators to measure the state of Scots pine in city parks of Moscow]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry]. 2010, no. 6, pp. 28-29. (In Russian).

5. Kotov M.M. *Integratsiya geneticheskikh sistem i struktura populyatsiy sosny obyknovnoy* [Integration of genetic systems and population structure of Scots pine]. *Lesovedenie* [Forestry]. 1996, no. 5, pp. 19-25. (In Russian).

6. Mamaev S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy* [Forms of intraspecific variation of woody plants]. Moscow. 1973, 284 p. (In Russian).

7. Matyuk I.S. *Ustoychivost' lesonasazhdeniy* [Sustainability of forests]. Moscow, 1983, 136 p. (In Russian).

8. Rogozin M. V. *Seleksiya sosny obyknovnoy dlya plantatsionnogo vyrashchivaniya* [Breeding of Scots pine for plantation cultivation]. Perm, 2013, 200 p. (In Russian).

9. Tyrchenkova I.V. *Morfologicheskie priznaki sosny obyknovnoy v nasazhdeniyakh razlichnoy stadii digressii* [Morphological features of Scots pine in stands of different stages of digression]. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh raste-niy: materialy XIV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Fruit growing, seed growing, introduction of woody plants: proceedings of XIV International scientific conference]. Krasnoyarsk. 2011, pp. 124-127. (In Russian).

10. Tyrchenkova I. V. *Struktura lesnykh kul'tur sosny obyknovnoy v nasazhdeniyakh razlichnykh stadiy digressii* [Structure of forest cultures of a pine in stands of different stadiy digression] *Problemy i perspektivy razvitiya lesomeliorsiy i lesnogo khozyaystva v Yuzhnom federal'nom okruge: mater. mezhdunar. nauch.- prakt. konf., posv. 90-letiyu vysshego lesnogo obrazovaniya na Donu* [Problems and prospects of development of lamellibrachia and forestry in the southern Federal district]. Intern. scientific.- pract. Conf. dedicated. The 90th anniversary of higher forestry education on the don]. Novocherkassk. 2010, pp. 215-218. (In Russian).

11. Fedorova A.I. *K metodicheskim problemam lesnoy seleksii* [Methodological issues of forest breeding]. *Lesnoy zhurnal* [Lesnoy journal]. 1961, no. 4, pp. 12-17. (In Russian).
12. Fisher R.A. *The genetical theory of natural selection*. Oxford: Clarendon press. 1930, 272 p.
13. Golikov A.M. Adaptive disparity of dissymmetrical forms of *Pinus silvestris* L. and *Picea abies* L. Karst. in the north-west of Russian SFSR. Symmetry of structure. Interdisciplinary symmetry symposia. 1989, pp. 168-171.
14. Haidane J.B. A mathematical theory of natural and artificial selection. 5. Selection and mutation. *Proc. Cambridge Philos. Soc.* 1927, Vol. 23, pp. 838-844.
15. Stern K., Gregorius H.R. Schätzungen der effektiven Populationsgrösse bei *Pinus sylvestris*. *Theor. And Appl. Genet.* 1972, Vol.42, no. 3, pp. 107-110.

Сведения об авторе

Тырченко Ирина Викторовна – аспирант кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российской Федерации; e-mail: ira.tyrchenckowa@yandex.ru

Information about author

Tyrchenkova Irina Viktorovna – post-graduate student of the Department of forestry, forest taxation and forest management of the "Voronezh state forestry engineering University named after G. F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: ira.tyrchenckowa@yandex.ru