

УДК: 630.228.1

## КОМПЛЕКСНЫЙ ОЦЕНОЧНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ СОСНЯКОВ В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

А.Е. ОСИПЕНКО – аспирант кафедры лесоводства,  
e-mail: osipenko\_alexey@mail.ru\*

С.В. ЗАЛЕСОВ – доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, проректор по научной работе  
e-mail: Zalesov@usfeu.ru\*

\*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,  
тел.: 8 (343) 261–52–88

**Ключевые слова:** ленточные боры, естественные сосняки, искусственные сосняки, пробная площадь, комплексный оценочный показатель.

Исследования проведены в Барнаульском ленточном бору на территории Рубцовского и Угловского административных районов Алтайского края. Сбор полевых материалов осуществлялся посредством метода пробных площадей в период с 2013 по 2017 гг. В ходе исследований была заложена 91 пробная площадь в искусственных и естественных сосняках различного возраста (от 13 до 120 лет), произрастающих в наиболее распространенном типе леса – сухой бор пологих всхолмлений. В отбираемых для исследования древостоях не проводились рубки ухода. В статье приведен фрагмент таксационной характеристики рассматриваемых сосновых древостоев естественного и искусственного происхождения. Найдены коэффициенты корреляции между значениями комплексных оценочных показателей древостоев различного происхождения и их средним возрастом, густотой и классами Крафта. Приведено распределение значений комплексного оценочного показателя по классам Крафта и график зависимости средних значений комплексного оценочного показателя от возраста древостоя. Установлено, что наибольшие значения комплексного оценочного показателя имеют деревья IV и V классов Крафта; также большие значения этого показателя у молодняков; до III класса возраста естественные сосновые древостои характеризуются большими значениями комплексного оценочного показателя по сравнению с искусственными. Комплексный оценочный показатель так же, как и распределение деревьев по классам Крафта, может служить для дифференциации деревьев по росту и положению в пологе и, как следствие, может быть использован в качестве объективного критерия для обоснования необходимости проведения лесохозяйственных мероприятий, в частности рубок ухода.

## COMPLEX ESTIMATING INDEX OF NATURAL AND ARTIFICIAL PINE FORESTS IN RIBBON FORESTS OF THE ALTAI TERRITORY

A.E. OSIPENKO – postgraduate student of forestry chair,  
e-mail: osipenko\_alexey@mail.ru\*

S.V. ZALESOV – doctor of agricultural sciences,  
professor, vicerector on scientific work  
e-mail: Zalesov@usfeu.ru\*

\* Federal State Budgetary Educational Institution of  
Higher Education «Ural State Forest Engineering University»,  
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky tract, 37;  
Phone: +7 (343) 261–52–88

**Keywords:** ribbon forests, artificial pine stands, natural pine stand, temporary sample plot, complex estimating index.

The researches has been carried out in Barnaul line-wood on the territory of Rubtsovsk and Uglovsk administrative regions of Altay krai. Field materials collection has been accomplished by inventory-plots method in the period of 2013–2017 years. On the course of researches 91 inventory plots has been laid up in artificial and natural pine stands of different ages (from 13 to 120) growing in the widely spread forest type: gently scoping dry pine wood. Omprovement felling has not been carried out forest stands chosen for researches carrying out. The article contains a fragment of the taxation characteristics of the pine stands under consideration. Coefficients of correlation between values of complex estimating indexes of forest stands of various origin and their middle age, thickness and Kraft's classes are found. Value distribution of a complex estimating index on Kraft's classes and the schedule of dependence of mean values of a complex estimating index on an age of a forest stand is given. It is established that the greatest values of a complex estimating index characterize trees IV and V classes of Kraft; also great values of this index are characteristic of young growths; to the III class of an age natural pine forest stands are characterized by great values of a complex estimating index in comparison with simulated. The complex estimating index also, as well as distribution of trees on Kraft's classes can serves for differentiation of trees on body height and situation in bed curtains, and as a result can be used as objective criterion for justification of need of holding forestry and landscape actions.

### Введение

Комплексный оценочный показатель (КОП), или коэффициент напряженности роста [1, 2], был предложен К.К. Высоцким [3]. КОП является достоверным признаком жизненного состояния и биологической устойчивости, при этом является простым для определения. Значения КОП могут быть использованы как при планировании лесоводственных мероприятий, в частности рубок ухода, так и для оценки их эффективности [2]. В связи с простотой определения и высо-

кой практической значимостью данного показателя целесообразно изучить его в условиях ленточных боров Алтайского края.

### Условия и методы исследований

Исследования производились в Барнаульском ленточном бору на территории Рубцовского и Угловского административных районов Алтайского края в период с 2013 по 2017 гг. Климат района исследований резко континентальный, с продолжительной холодной зимой и ко-

ротким жарким летом. Средняя годовая температура воздуха +1,6...+2,1°C, с абсолютным максимумом +40,7°C в июле и абсолютным минимумом –48,7°C в декабре (г. Рубцовск). Годовая сумма осадков составляет 250–350 мм. Относительная влажность воздуха на протяжении большей части бесснежного периода составляет 40–45%. Продолжительность периода с температурами выше 10°C – 137 дней. Глубина снежного покрова колеблется от 15 до 43 см. В районе исследований

преобладают боровые почвы дерново-подзолистого типа, почвообразующими породами служат лессовидные суглинки. Содержание гумуса в слое 0–20 см не превышает 3% от массы почвы. Уровень грунтовых вод находится на глубине от 4 до 10 м и более [4].

Изучение чистых по составу естественных и искусственных сосновых древостоев проводилось на пробных площадях (в количестве 91 шт.) в соответствии с широко известными апробированными методиками [5, 6]. Пробные площади закладывались в наиболее распространенном (58% от общей площади) в пределах Ракитовского лесничества типе леса – сухой бор пологих всхолмлений. Иссле-

дования охватывают древостои I–IV классов возраста, характеризующиеся II–V классами бонитета. Рубки ухода в исследуемых древостоях не проводились. При определении КОП сухостойные деревья не учитывались.

Комплексный оценочный показатель рассчитывался по формуле:

$$КОП = \frac{H \cdot 100}{G_{1,3}},$$

где  $H$  – средняя высота древостоя, м;  $G_{1,3}$  – площадь поперечного сечения среднего дерева на высоте 1,3 м, см<sup>2</sup>.

### Результаты исследований и их обсуждение

В табл. 1 приведена таксационная характеристика некоторых исследуемых сосняков. Данные

табл. 1 свидетельствуют о том, что КОП сосняков имеет довольно тесную связь с их возрастом. Коэффициент корреляции между этими показателями составил –0,71 для искусственных сосняков и –0,73 для естественных. Также значения КОП довольно тесно коррелируют с плотностью древостоев (коэффициент корреляции составил 0,69 и 0,93 для искусственных и естественных древостоев соответственно).

Связи между средним классом Крафта и КОП не обнаружено, однако если анализировать классы Крафта и значения КОП отдельных деревьев, то связь обнаруживается. Коэффициенты корреляции, показывающие тесноту связи между КОП

Таблица 1  
Table 1

Таксационная характеристика некоторых сосняков  
Taxation characteristic of some pine forests

№ ПП № study plot	Состав древостоя The composition of the stand	Средние Average			Плотность Density, pcs/ha	Полнота Completeness relative		Запас, м <sup>3</sup> /га Volume, m <sup>3</sup> /ha			Класс бонитета Bondability	Средний класс Крафта Middle class of Kraft	КОП, см/см <sup>2</sup> Complex estimating index, cm/cm <sup>2</sup>
		возраст, лет age, years	высота, м height, m	диаметр, см diameter, cm		абсолютная, м <sup>2</sup> /га absolute, m <sup>2</sup> /ha	относительная relative	растущих деревьев alive trees	сухостоя и валежа dead wood	общий total			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Искусственные древостои Artificial pine stands													
42	10С	13	2,4	2,5	5003	2,4	0,5	7,1	0	7,1	III	3,11	50,2
57	10С	18	3,1	2,9	4630	3,1	0,5	9,8	0	9,8	IV	3,26	45,7
14	10С	22	6,8	5,6	3440	8,4	0,4	36,2	2,5	38,7	II	3,31	27,2
44	10С	32	9,1	8,3	2951	15,8	0,7	88,8	1	89,8	III	3,26	16,3
27	10С	42	11	10	2030	16,1	0,6	97,9	2,1	100	III	3,44	12,8
43	10С	51	11,2	10,6	2466	21,6	0,9	132,6	2,3	134,9	IV	3,17	12,0
9	10С	60	12,3	12,4	1954	23,8	0,9	149	3,1	152,1	IV	3,18	9,9
51	10С	77	12	12,8	2103	27,2	1,1	169,2	4,1	173,3	V	3,06	9,1
49	10С	81	13,2	14	1842	28,2	1,1	187,4	3,7	191,1	V	3,03	8,4

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Естественные древостой Natural pine stand													
62	10С	16	2,5	1,8	12857	3,1	1,0	6,6	0	6,6	IV	2,82	104,2
80	10С	28	4,9	3,9	7936	9,3	0,6	38,2	0	38,2	V	3,15	41,9
90	10С	37	7,1	5,1	5112	10,4	0,5	49,1	0,2	49,3	IV	3,22	34,8
88	10С	46	8,8	6,6	3271	11,3	0,5	62,5	3,2	65,7	IV	3,53	24,4
75	10С	50	9,6	8,0	3203	17,3	0,7	93,8	0,3	94,1	IV	3,84	18,8
78	10С	70	13,4	11,1	2608	25,2	0,9	165,1	32,4	197,5	IV	3,91	14,3
68	10С	94	17,4	16,4	1589	33,7	1,1	303,6	4,1	307,7	IV	3,49	7,8
66	10С	100	17,5	17,1	1493	34,1	1,1	310,4	2,8	313,2	IV	3,54	7,3
61	10С	112	18,8	18,1	1481	37,9	1,2	346,6	14,5	361,1	IV	3,49	7,0
59	10С	120	17,5	19,8	1168	36	1,1	321,8	7,7	329,5	IV	3,33	5,4

и классами Крафта, для исследуемых древостоев составили 0,70–0,89 (при среднем значении 0,75), что свидетельствует о средней силе корреляции. Распределение значений КОП по классам Крафта в исследуемых сосняках разного возраста приведено в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

Распределение значений КОП по классам Крафта  
Value distribution of a complex estimating index on Kraft's classes

№ ПП № study plot	Возраст, лет Age, years	Классы Крафта Kraft's classes				
		I	II	III	IV	V
Искусственные древостой Artificial pine stands						
42	13	21,4±0,7	25,7±0,9	67,3±3,5	169,7±3,3	-
57	18	18,8±0,8	32,4±4,4	54,9±2,5	186,9±8,7	261,5±3,5
14	22	7,6±0,7	14,1±0,3	28,6±0,6	77,7±2,9	163,5±7,3
44	32	9,1±0,5	11,0±0,3	17,7±0,6	56,8±6,2	95,8±13,1
27	42	5,2±0,3	8,2±0,3	12,4±0,3	23,6±1,4	54,5±2,8
43	51	6,6±0,3	8,4±0,2	12,4±0,4	26,0±1,1	35,8±5,8
9	60	4,4±0,2	5,7±0,2	10,5±0,3	17,1±0,4	22,7±0,1
51	77	5,0±0,3	6,8±0,3	10,0±0,3	16,0±0,6	20,5±1,5
49	81	4,7±0,3	6,2±0,2	9,4±0,4	18,1±1,3	26,8±5,5
Естественные древостой Natural pine stand						
62	16	26,6±4,6	78,4±2,9	247,6±5,2	295,4±7,4	-
80	28	15,6±0,8	34,0±0,9	87,7±1,9	203,4±7,1	338,3±8,2
90	37	13,7±0,8	19,0±0,6	49,7±1,8	137,5±4,2	154,7±4,3
88	46	9,4±0,9	14,7±1,0	30,9±1,5	66,9±3,2	70,2±5,4
75	50	5,3±1,0	8,5±0,5	15,6±0,9	34,4±1,7	60,7±2,4
78	70	3,1±0,7	5,6±0,5	11,3±0,5	23,1±0,9	33,0±1,3
68	94	3,2±0,2	5,1±0,2	8,0±0,3	13,9±0,5	19,6±0,8
66	100	3,2±0,2	4,3±0,1	6,7±0,2	12,7±0,4	19,0±0,7
61	112	3,0±0,3	4,2±0,2	7,1±0,2	14,3±0,6	20,5±0,8
59	120	3,2±0,1	3,9±0,1	5,4±0,1	8,4±0,4	17,6±1,2

По результатам проведенного анализа установлена зависимость уменьшения значения КОП при увеличении возраста деревьев и снижении их густоты, при этом последнее характерно для деревьев всех классов Крафта. Изменение средних значений КОП с увеличением возраста рассматриваемых древостоев представлено на рисунке.

Данные рисунка свидетельствуют о том, что до III класса возраста естественные сосновые древостои характеризуются большими значениями КОП. Данная тенденция также прослеживается во всех классах роста по Крафту (см. табл. 2). Обнару-

живается некоторое противоречие между утверждением о том, что естественные древостои являются более устойчивыми единицами по сравнению с искусственными [7], и о том, что наличие ослабленных и отстающих в росте деревьев в древостое увеличивает значение КОП, что свидетельствует о снижении устойчивости исследуемых насаждений [2]. Вероятно, данное противоречие объясняется следующим образом: использование КОП как показателя устойчивости насаждений возможно только при сравнении древостоев одинакового происхождения.

корреляции составил 0,69 и 0,93 для искусственных и естественных древостоев соответственно).

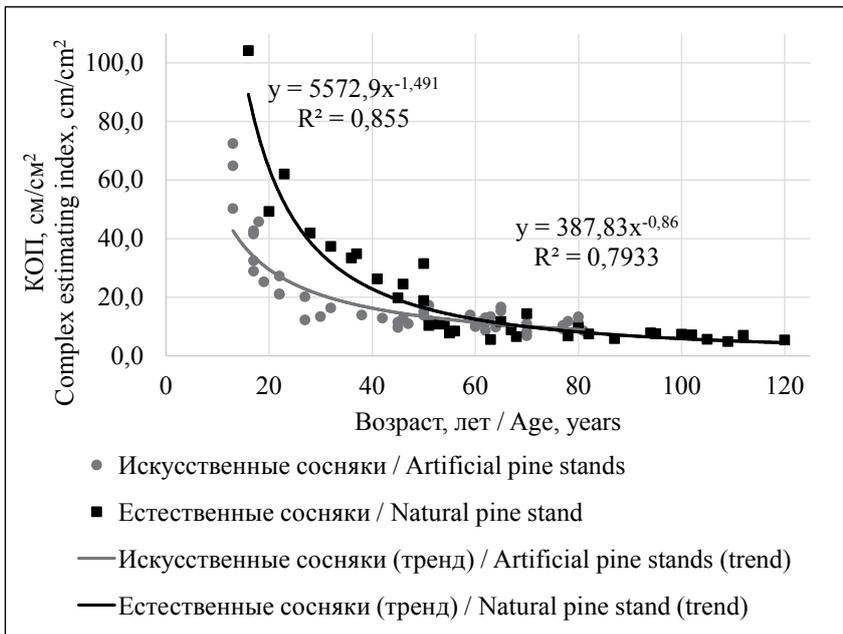
2. Наибольшими значениями КОП характеризуются деревья IV и V классов Крафта, т.е. наиболее угнетенные и отстающие в росте. Также большие значения КОП характерны для молодняков.

3. До III класса возраста естественные сосновые древостои характеризуются большими значениями КОП по сравнению с искусственными.

4. Комплексный оценочный показатель так же, как и распределение деревьев по классам Крафта, может служить для дифференциации деревьев по росту и положению в пологе. Однако показатель КОП является более объективным, поскольку распределение деревьев по классам Крафта производится визуально и носит субъективный характер.

5. В связи с простотой определения и довольно тесной связью с многими таксационными показателями (средний диаметр, средняя высота, сумма площадей сечений, густота, возраст) комплексный оценочный показатель может быть использован в качестве объективного критерия для обоснования необходимости проведения лесохозяйственных мероприятий, в частности рубок ухода.

6. Для практического использования комплексного оценочного показателя следует установить региональные показатели оптимальных значений КОП для сосняков.



Зависимость значений КОП от возраста древостоев  
Dependence of values of a complex estimating index on an age of forest stands

**Выводы**

1. В исследуемых сосняках между значениями комплексного оценочного показателя и классами роста деревьев по Крафту существует корреляционная связь средней силы (среднее значение

0,75). Также обнаружена связь между КОП и возрастом древостоев:  $-0,71$  для искусственных сосняков и  $-0,73$  для естественных. Значения КОП, кроме того, коррелируют с густотой исследуемых древостоев (коэффициент

*Библиографический список*

1. Густова А.И., Терехина Д.К. Оценка гидрофизических характеристик древесины для обоснования лесоводственных уходов в защитном лесоразведении // Аграрный вестник Урала. 2007. № 5 (41). С. 55–59.
2. Данчева А.В., Залесов С.В. Использование комплексного оценочного показателя при оценке состояния сосняков государственного лесного природного резервата «Семей орманы» // Изв. СПб. лесотехн. акад. 2016. № 215. С. 41–54.
3. Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 177 с.
4. Бугаев В.А., Косарев Н.Г. Лесное хозяйство ленточных боров Алтайского края. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1988. 312 с.
5. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.
6. Основы фитомониторинга: учеб. пособие / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотева, А.Г. Магасумова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 89 с.
7. Луганский Н.А., Залесов С.В., Луганский В.Н. Лесоведение: учебник. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 432 с.

*Bibliography*

1. Gustova A.I., Terekhina D.K. Evaluation of hydro-physical characteristics of the timber to support silvicultural leaves in protective afforestation // Agricultural Bulletin of Urals. 2007. No. 5 (41). P. 55–59.
  2. Dancheva A.V., Zalesov S.V. The use of comprehensive evaluation index for assessing the condition of pine stands the State Forest Natural Reserve «Semey Ormany» // News of the Saint Petersburg Forestry Academy. 2016. № 215. P. 41–54.
  3. Vysotsky K.K. Regularities of a structure of the mixed forest stands. M.: Goslesbumizdat, 1962. 177 p.
  4. Bugaev V.A., Kosarev N.G. Forest management tape pine forests of the Altai Territory. Barnaul: Alt. Vol. Publishing House, 1988. 312 p.
  5. Dancheva A.V., Zalesov S.V. Environmental monitoring of forest plantations recreational purpose: tutorial. Yekaterinburg: Ural state Forestry Engineering University Press, 2015. 152 p.
  6. Basics phytomonitoring: tutorial / N.P. Bunkova, S.V. Zalesov, E.A. Zoteeva, A.G. Magasumova. Yekaterinburg: Ural state Forestry Engineering University Press, 2011. 89 p.
  7. Lugansky N.A., Zalesov S.V., Lugansky V.N. Forest Science: Proc. Allowance: textbook. Yekaterinburg: Ural state Forest engineering Univ., 2010. 432 p.
- 
-