

ПАВЕЛ ГАМБАРЯН

### ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РОДА PINUS L.

Для таксономического анализа этого рода за исходную была взята система Шоу [9] с привлечением данных из других работ [1, 3—8]. Использовался математический метод таксономического анализа [2]. Одновременно с таксономическим анализом дается дальнейшее развитие метода.

В монографии Шоу для рода *Pinus* приводится 66 видов. Объем вида понимается довольно широко. Даже если не соглашаться с широким объемом вида, то надо признать, что Шоу объединял в вид естественные группы.

Для таксономического анализа составлена таблица распределения признаков (табл. 1). Признаки и виды закодированы номерами. В некоторых графах таблицы объединены 2 или 3 вида, так как они не отличались признаками, используемыми для анализа. Для упрощения вычислений признаки по частоте разбиты на 4 класса и оценка признака, или энтропия  $H(x)$  [2] не выводится по частоте каждого признака, а берется средняя для каждого класса.

Для выяснения взаимоотношений видов достаточно рассчитать максимальные значения  $T$  для каждого вида. Это сильно сокращает объем вычислений. Если у нас 3 таксона, А, Б и В и  $T_{a0} = 10$ ,  $T_{0b} = 10$ , а  $T_{ab} = 5$ , то считаем, что таксон А имеет общую информацию с таксоном В через таксон Б равную 10 и тогда значение  $T_{ab} = 5$  становится излишним. Для анализа 50 групп сосен оказалось достаточным вычислить 52 значения  $T$ , а если бы мы вычисляли все возможные значения, то их оказалось бы  $(50 \times 49) : 2 = 1225$ .

Рассмотрим на конкретном примере расчет таксономического отношения  $T$ , или общей информации *P. echinata* Mill. и *P. virginiana* Mill. (№ 34 и № 35). Эти виды отличаются только признаком № 2 „тангентальные стенки клеток луча узелковые“ (табл. 1). Этот признак есть у 28 видов из 66. Частота его  $P = 0,42$  и частота антитезы  $q = 0,58$ . Энтропия системы тезы с антитезой  $H(x) = -(p \log_2 p + q \log_2 q) = 0,98$ , что совпадает с классовой энтропией, указанной в табл. 1. Для вычисления значения  $H(x)$  использовалась заранее составленная таблица [2]. Таксономическое отношение  $T$  равно сумме энтропий совпадающих признаков и в нашем примере будет равно  $T_{34,35} = (0,98 \times 8) + (0,85 \times 6) + (0,95 \times 5) + (0,36 \times 5) = 17,7$ . В скобках первый сомножитель — классовая энтропия, а второй — число совпадающих признаков в классе. Для вычисления ошибки пользуемся формулами, предложенными мною [2].

$$s_x = 4 \sqrt{\frac{(\tau p)^2 n p - \frac{1}{n} (\tau p n p)^2 + (\tau q)^2 n q - \frac{1}{n} (\tau q n q)^2}{n(n-1)}}$$

где  $n$  — объем таксона и  $\tau_i = -p \log_2 p$ .  $s_T = \sqrt{\sum_{i=1}^m (s_x)_i^2}$ , где  $m$  — число совпадающих признаков. Ошибка  $T$  в нашем примере

$$s_T = \sqrt{(0,16^2 \times 0,8) + (0,13^2 \times 6) + (0,07^2 \times 5) + (0,03^2 \times 5)} = 0,6.$$

В подкоренном выражении первый сомножитель в скобке — квадрат ошибки энтропии класса, второй — число совпадающих признаков в классе. Нетрудно рассчитать, что в нашем примере ошибка значений  $T > 15,9$  с точностью до 0,1 равна 0,6 и ошибки  $T=13,6$  до  $T=15,8$  равны 0,5.

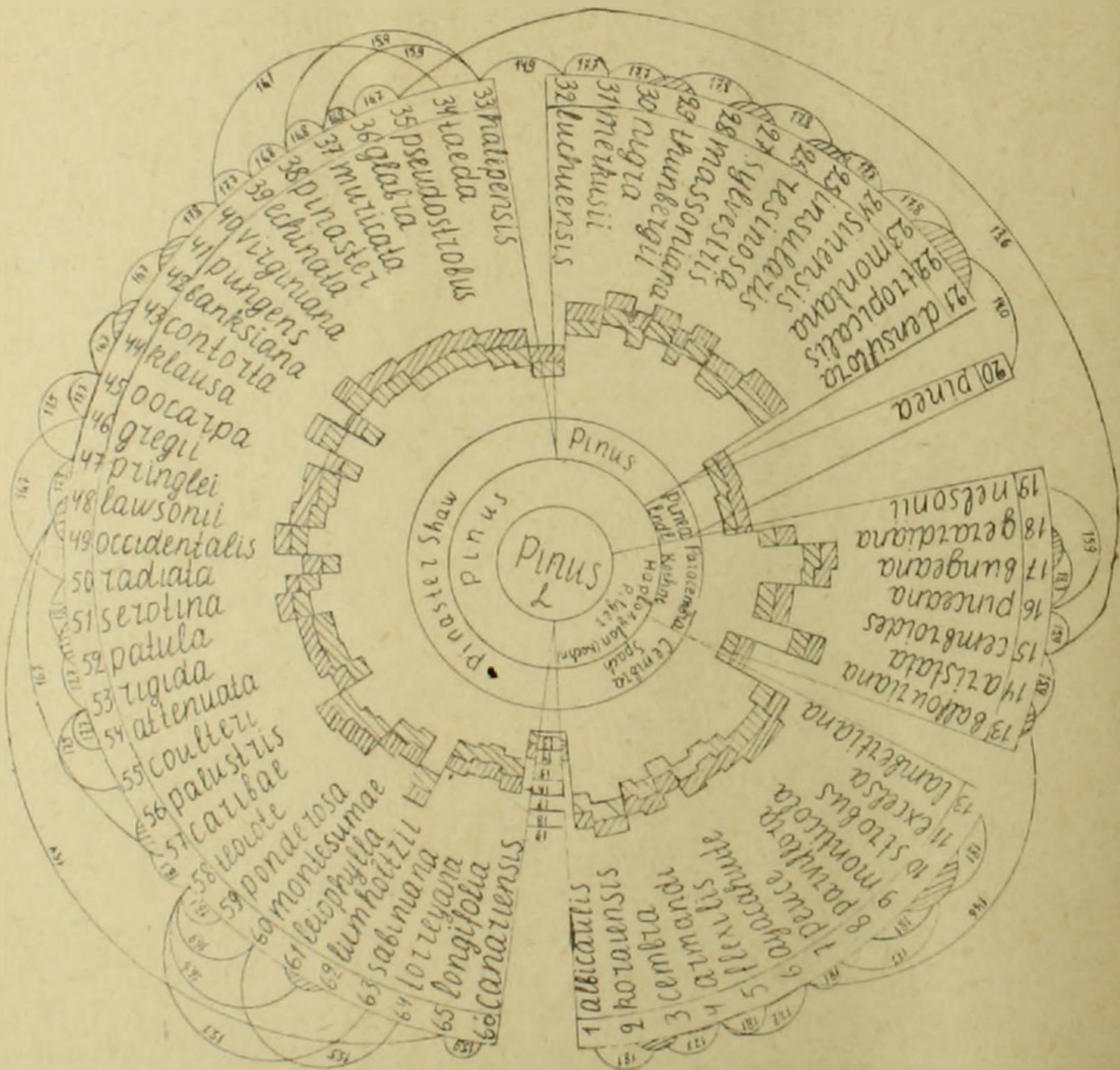


Рис. 1.

Рассчитав все необходимые значения  $T$  и  $S_T$ , изображаем взаимоотношения видов на диаграмме (рис. 1). Диаграмма состоит из следующих частей: снаружи на кольце под линиями связи приведены значения  $T$ . В центре круга показана новая система рода *Pinus*. По радиусу отло-

жены значения  $T$ . Штриховкой показаны 95% доверительные границы. Доверительные границы определялись равными  $T \pm (S_T \times t)$ , где  $t$  — критерий Стьюдента для 65 степеней свободы (в нашем примере 66 видов). Виды в диаграмме располагаем так, чтобы линии связи таксонов с большим значением  $T$  оказались возможно короче.

Рассмотрим теперь подробнее таксономические взаимоотношения в роде *Pinus* L. Наибольшая общая информация секций *Cembra* Spach, *Paracembra* Koenig.  $T_{6,13} = 14,6$ . Наименьшая информация среди видов секции *Cembra*  $T_{4,6} = 17,2$ . Разность этих значений, обозначенная  $D$ ,  $D = 17,2 - 14,6 = 2,6$  и ошибка разности  $S_D = \sqrt{0,6^2 + 0,5^2} = 0,8$  с превышением разности над ошибкой  $t = 3,3$ . Так как анализируется род объемом в 66 видов, то значения  $t \gg 2$  говорят о существенности разницы.

Общая информация подрода *Pinus* и *Haploxyton*  $T_{15,35} = 13,6$ . Наименьшая общая информация среди видов подрода *Haploxyton*  $T_{15,16} = 15,9$  и среди подрода *Pinus*  $T_{20,21-23} = 14,0$ .  $D = 15,9 - 13,6 + 14,0 - 13,6 = 2,9$  и  $S_D = \sqrt{0,6^2 + (3 \times 0,5^2)} = 1,05$ .  $t = 2,7$ , что говорит о статистической надежности деления на породы. Наибольшая информа-

Признаки, использованные для таксономического анализа рода *Pinus*, и их кодировка номерами для таблицы распределения признаков (к табл. 1)

1. На радиальных стенках клеток луча мелкие одинаковые окаймленные поры.
2. Тангентальные стенки клеток луча узелковые.
3. Смоляные каналы хвой наружные.
4. Слои гиподермы хвой одинаковые.
5. Оконцевые поры большие.
6. Кора молодых деревьев гладкая, формируется поздно.
7. Окаймленные поры трахеид расположены в 1 ряд.
8. Брахибласт обычно треххвойный.
9. Брахибласт обычно двуххвойный.
10. Влагалища брахибласта опадают.
11. Весенний росток обычно многоузловой.
12. В хвое 1 проводящий пучок.
13. Брахибласт обычно пятихвойный.
14. Шишки по созреванию долго не опадают и не раскрываются.
15. Семя без эффективного крыла.
16. Пупок щитка терминальный.
17. Устьица только вентральные.
18. Семя с неотделимым крылом.
19. Древесина с лучами, как у ели.
20. На тангентальных стенках трахеид нет мелких окаймленных пор.
21. Смоляные каналы хвой примыкают к эндодерме.
22. Шишки длинные, цилиндрические, свисающие.
23. Стенки клеток лучевых трахеид слабовзбучатые.
24. В поздней древесине смоляные каналы одиночные.
25. Основание крыла семени утолщенное.

Система рода *Pinus* L. по Шоу и кодировка видов номерами для таблицы распределения признаков (табл. 1).

## *PINUS* L.

### *subg Haploxyton*

*sect. Cembra**subsect. Cembrae*

1. *P. albicaulis* Eng. 2. *P. korajensis* Sieb. et Zucc. 2. *cembra* L.

*subs. Flexilis.*

3. *P. armandi* Franch. 4. *P. flexilis* James.

*subs. Strobi*

5. *P. ayacahuite* Ehrenb. 6. *P. peuce* Griseb. 7. *P. lambertiana* Dougl.  
8. *P. monticola* Dougl. 8. *P. strobilus* L. 8. *P. excelsa* Wall.  
9. *P. parviflora* Steb. et. Zucc.

*sect. Paracembra**subs. Cembroides*

10. *P. cembroides* Zucc. 11. *P. nelsonii* Shaw. 12. *P. pinceana* Gord.

*subs. Gerardianae*

13. *P. bungeana* Zucc. 13. *P. gerardiana* Wall.

*subs. Balfourianae*

14. *P. balfouriana* Balf. 14. *P. aristata* Eng.

*subg. Diploxylon.**sect. Parapinaster**subs. Leiophyllae*

15. *P. leiophylla* Schl. et Cham. 15. *P. lumpoltzii* Rob. et Fern.

*subs. Longifoliae*

16. *P. longifolia* Rohb. 17. *P. canariensis* Smith.

*subs. Pineae*

18. *P. pinea* L.

*sect. Pinaster**subs. Lariciones*

19. *P. densiflora* Sieb. et Zucc. 19. *P. tropikalis* Morelet. 19. *P. montana* Mill.  
20. *P. sylvestris* L. 20. *P. massoniana* Lamb. 21. *P. sinensis* Lamb. 22. *P. resinosa* Ait.  
22. *P. insularis* Lamb. 23. *P. mercusii* De Wriese. 24. *P. thunbergii* Parl. 24. *P. nigra*  
Arn. 25. *P. luchuensis* Mayr.

*subs. Australes*

26. *P. montesumae* Lamb. 27. *P. teocote* Schlecht. 28. *P. ponderosa* Dougl.  
29. *P. palustris* Mill. 29. *P. caribae* Morel. 30. *P. lawsonii* Roesl. 30. *P. occidentalis*  
Swartz. 31. *P. pseudostrobilus* Lindl. 32. *P. glabra* Walt. 33. *P. taeda* L. 34. *P. echinata*  
Mill.

*subs. Insignes*

35. *P. virginiana* Mill. 36. *P. pungens* Lamb. 36. *P. banksiana* Lamb. 37. *P. attenuata*  
Lemm. 38. *P. rigida* Mill. 39. *P. serotina* Mich. 39. *P. patula* Schlecht. 40. *P. radiata*  
D. Don. 41. *P. contorta* Dougl. 41. *P. klausae* Vasey. 42. *P. gregii* Eng. 43. *P. oocarpa*  
Shiede. 44. *P. pringlei* Shaw. 45. *P. muricata* D. Don. 46. *P. pinaster* Ait. 47. *P. halepensis*  
Mill.

*subs. Macrocarpae*

48. *P. coulteri* D. Don. 49. *P. torreyana* Parry. 50. *P. sabiniana* Dougl.

Таблица 1

Распределение признаков у рода *Pinus* L.

	Признаки																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	Виды и группы видов																									
1		+		+	+	+				+		+	+		+	+										
2				+	+	+				+		+	+		+	+										
3			+	+	+	+				+		+	+		+	+										
4				+	+	+				+		+	+		+	+										
5				+	+	+				+		+	+		+	+										
6				+	+	+				+		+	+		+	+										
7		+		+	+	+				+		+	+		+	+										
8		+		+	+	+				+		+	+		+	+										
9		+		+	+	+				+		+	+		+	+										
10		+		+	+	+				+		+	+		+	+										
11				+	+	+				+		+	+		+	+										
12				+	+	+				+		+	+		+	+										
13				+	+	+				+		+	+		+	+										
14				+	+	+				+		+	+		+	+										
15	+			+	+	+				+		+	+		+	+										
16	+			+	+	+				+		+	+		+	+										
17		+		+	+	+				+		+	+		+	+										
18	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
19		+		+	+	+				+		+	+		+	+										
20				+	+	+				+		+	+		+	+										
21				+	+	+				+		+	+		+	+										
22				+	+	+				+		+	+		+	+										
23				+	+	+				+		+	+		+	+										
24				+	+	+				+		+	+		+	+										
25				+	+	+				+		+	+		+	+										
26	+			+	+	+				+		+	+		+	+										
27	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
28	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
29	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
30	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
31	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
32	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
33	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
34	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
35	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
36	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
37		+		+	+	+				+		+	+		+	+										
38		+		+	+	+				+		+	+		+	+										
39	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
40	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
41	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
42	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
43	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
44	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
45	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
46	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
47	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
48	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
49	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
50	+	+		+	+	+				+		+	+		+	+										
Тес	30	28	27	27	26	26	26	24	24	20	20	19	18	17	15	12	11	9	8	7	5	5	5	4	3	
H(x)					0,98								0,85				0,59					0,36				
S <sub>x</sub>					0,16								0,13				0,07					0,03				

ция секции *Pinus*  $T_{20, 21-23} = 14,0$  и наименьшая информация подрода *Pinus*  $T_{65, 48-49} = 15,4$ . Разность  $D = 1,4$  и  $S_d = 0,7$ ,  $t = 2,0$ , что говорит о надежности выделения секции *Pinus* Endl. Секция *Pinus* с секцией *Pinaster* Shaw имеет  $D = 2,7$  и  $t = 3,5$ .

Приведенные данные говорят о надежности деления рода *Pinus* на 2 подрода и 5 секций (рис. 1).

В заключение следует сказать, что таксономический анализ с помощью математического метода в данном случае не привел к существенной перестройке системы рода, так как она, очевидно, близка к естественной и хорошо разработана. Ликвидация секции *Parapinaster* Shaw является как бы компромиссом между системами Шоу [9] и Пильгера [8], так как виды этой ликвидируемой секции расположились рядом с теми, с которыми их помещал Пильгер. С другой стороны, несколько секций, признаваемых Пильгером, пришлось объединить в секцию *Pinaster* Shaw, как предложено Шоу.

Уровень существенности, достигнутый в анализе, позволяет считать, что из 100 новых систем 95 подтверждают наше деление на секции, хотя при использовании дополнительных данных вполне возможна более дробная классификация.

Биологический факультет  
Ереванского государственного университета

Поступило 8.II 1965 г.

#### ՊԱՇՏՆԱԿ

### PINUS L. ՍԵՌԻ ՏԱՔՍՈՆՈՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԸ

#### Ա մ փ ո փ ո ՝ մ

Սոճու կովկասյան տեսակների դիրքը սեռի ընդհանուր տարսոնոմիական սխեմանում պարզելու համար օգտագործված է տարսոնոմիական անալիզի մաթեմատիկական մեթոդը [2]: Տրված է մեթոդի հետադա զարգացումը, այսինքն առաջարկվում է հաշվել T-ի միայն մաքսիմալ նշանակությունը և միավորել հատկանիշները դասերի: Բերված է սեռի նոր սխեման, որը հիմնականում համընկնում է Շոուի [10] սխեմայի հետ, բայց չի բաժանվում ենթասեկցիաների, իսկ մանրամասնություններում, որոնք հատուկ են նոր սխեմային, վերջինս մոտենում է Պիլգերի [9] սխեմային:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Будкевич Е. В. Древесина Сосновых. М.—Л., 1961.
2. Гамбарян П. Изв. АН АрмССР (биолог. науки), 17, 12, 1964.
3. Duffield I. W. Z. Forstgenet. und Forstpfl., 1, 4, 1952.
4. Ferré Y. M-llé de. Trav. lab. tor. Toulouse, t. II, V, III, 1, 1952.
5. Ferré Y. M-llé de. 8-ème Congr. Internat. bot. Rapp. et communs parv. av. de congr. aux sect 2, 4, 5, 6.

6. Gausse n H. C. r. Acad. sci., 421, 20, 1955.
7. Mirov N. T. Recent advances in Botany, Vol. 1: 72—77, 1961.
8. Pilger R. Conifere: in Engler und Prantl. Die Natur Pflancenfamilien, Bd. 13, Leipzig, 1926.
9. Shaw G. K. The genus *Pinus*. Cambridge, 1914.