

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum
Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica

Jaromír Široký; Miroslava Široká

Общая статистика полуправильных переменных звезд

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica, Vol. 2 (1961), No. 1, 111--123

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/119785>

Terms of use:

© Palacký University Olomouc, Faculty of Science, 1961

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

*Katedra teoretické fyziky a astronomie přírodovědecké fakulty.
Vedoucí: Prof. RNDr. et DrSc. Bedřich Havelka.*

ОБЩАЯ СТАТИСТИКА ПОЛУПРАВИЛЬНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД

ЯРОМИР ШИРОКИЙ И МИРОСЛАВА ШИРОКА
(Поступила в редакцию 28 июня 1960 г.)

1. Материал

На основе второго издания ОКПЗ [1] был составлен карточный каталог полуправильных переменных звезд численностью 1674 объектов. Принадлежность к различным типам полуправильных переменных звезд надежно установлена для 1483 звезд. Составители каталога приводят в таблице (стр. 17) число звезд на одну звезду больше; это различие может обусловливаться тем, что такая звезда обозначается символом «b» без более подробного обозначения.

Сводные данные о полуправильных переменных звездах находим

Табл. 1
Сводные данные о полуправильных переменных звездах

Тип	SR	SRa	SRb	SRc	SRd	SR?	Σ
Число звезд	883	225	324	21	30	191	1674
%	52.7	13.7	19.3	1.2	1.7	11.4	100 %
Характер звездных величин							
фотографические (p)	846	183	287	16	23	184	1539
визуальные (v)	35	42	36	5	7	5	130
красные (r)	1	—	—	—	—	—	1
инфракрасные (i)	1	—	—	—	—	2	3
неопределены	—	—	1	—	—	—	1
Амплитуды	835	218	317	21	30	122	1543
Эпохи максимума или минимума	582	213	99	4	19	96	1013
Периоды P	801	225	306	15	26	137	1462
Время подъема блеска (M-m)	77	74	35	—	7	—	193
Спектральные классы	133	195	307	20	30	40	723

в табл. 1. К первому типу SR относятся гигантские и сверхгигантские звезды, периоды которых находятся в интервале от 30 до 1000^д и амплитуды которых не превышают 1—2 звездные величины. Этим звездам насчитывается всего 883, т. е. 52,7 % из общего числа 1483 звезд. Вторую группу составляют полуправильные гиганты поздних спектральных классов (SRa), сравнительно устойчиво сохраняющие периодичность и обладающие небольшими амплитудами < 2^m5 изменений блеска. Амплитуды и формы кривых изменения блеска от периода к периоду обычно сильно меняются. Этим звездам известно 225, т. е. 13,7 %. Третий тип SRb составляют полуправильные гиганты поздних спектральных классов (M, C и S) с плохо выраженной периодичностью, т. е. с различной продолжительностью отдельных циклов. Согласно данным ОКПЗ мы брали некоторое среднее значение периода, которое приводимо в каталоге. Тип SRb очень хорошо изучен в отношении спектральной классификации, потому что спектральные классы определены у 94,7 % звезд. К следующим двум типам SRc и SRd принадлежат полуправильные переменные сверхгиганты поздних спектральных классов (SRc) и гиганты и сверхгиганты классов F, G и K. Этим звездам насчитывается только 2,9 % из общего числа полуправильных переменных звезд. К последнему типу SR? относятся звезды, принадлежность которых пока не установлена надежно.

В 1952 г. опубликовал И. В. Матвеев [2] аналогичную работу, основанную на первом издании ОКПЗ и на Первом дополнении к этому каталогу. В его каталоге приводятся 641 звезда, но их принадлежность установлена надежно лишь для 573 звезд. В этой работе полуправильные не были разбиты на сверху приводимые типы, и конечно, их число составляло лишь 38,6 % нашего материала.

Почти параллельно полуправильные переменные звезды изучал Я. Я. Икауникс [3] насколько они принадлежат к типу углеродных звезд, т. е. звезд спектральных классов И и R. Наш каталог мы пополнили данными из работы В. И. Юдиной [4], в которой изучаются собственные движения и абсолютные звездные величины переменных типа AF Cyg, т. е. типа SRb по современной классификации.

2. Распределение полуправильных переменных звезд

2.1 По фотографической звездной величине в максимуме блеска. У всего 1539 звезд (включая звезды типа SR?) определены фотографические звездные величины, у 120 звезд — визуальные величины и у небольшого количества — красные (1), инфракрасные (3), а у одной звезды характер звездной величины в Каталоге отсутствует. Распределение приводится в табл. 2 и графическое изображение на рис. 1. Максимальное число звезд типа SR находится в интервале 13^m1—14^m0 (всего 579 звезд); остальные выполняют шкалу звездных величин до 19^m0. Максимум у звезд типа SRa находится в том же интервале, а у звезд SRb сдвинут в интервал 9^m1—10^m0.

Полнота данных о полуправильных переменных более наглядно представлена отношением $\frac{N(m)}{N(m-1)}$, в котором m — предельная

Табл. 2
 Распределение полуправильных переменных звезд по фотографической звездной величине в максимуме блеска

Тип	5.1—6.0		6.1—7.0		7.1—8.0		8.1—9.0		9.1—10.0		10.1—11.0		11.1—12.0		12.1—13.0		13.1—14.0		14.1—15.0		15.1—16.0		16.1—17.0		17.1—18.0		18.1—19.0		Σ
	\bar{m}	n																											
SR	—	—	2	1	12	27	58	82	124	273	196	28	17	17	9	846													
SRa	—	—	—	2	8	27	25	18	35	44	20	—	—	—	—	183													
SRb	1	1	4	13	38	77	70	31	26	20	7	—	—	—	—	287													
SRc	—	—	2	1	2	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	16													
SRd	—	—	—	—	3	6	10	3	1	—	—	—	—	—	—	23													
SR?	—	—	1	1	1	8	6	18	24	27	42	33	5	13	5	184													
Σ SR	1	9	18	64	150	174	152	212	364	265	62	23	31	14	1539														

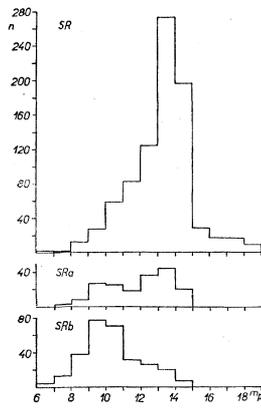


Рис. 1. Распределение полуправильных переменных звезд типов SR, SRa, SRb по видимой фотографической величине в максимуме блеска.

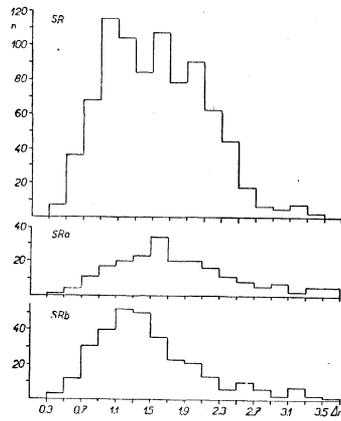


Рис. 2. Распределение полуправильных переменных звезд типов SR, SRa, SRb по амплитуде.

звездная величина, до которой был произведен подсчет и $N(m)$ — число полуправильных переменных звезд до данной величины m . Эти расчеты произведены отдельно для типов SR, SRa, SRb и для всех звезд

за исключением типа SR?. Сравнение с результатами, полученными Сирсом и ван-Райном в 1925 г., показывает, что приведенное отношение меньше, чем это имеет место для всех звезд.

2.2 Распределение по амплитуде изменения блеска. При изучении частоты по амплитуде были исключены звезды, звездные величины которых в минимуме блеска выходят за пределы наблюдаемых возможностей данного инструмента; так что определение амплитуды подлежит сомнению. Таким образом осталось в нашем распоряжении 1543 звезд. У звезд типа SR наступает максимум числа звезд (104) в интервале 0^m9-1^m0 , второй максимум (107) в интервале 1^m5-1^m6 . Амплитуду, превышающую 2^m0 , имеет 146 звезд. Результаты распределения приведены в табл. 4 и на рис. 2. Максимум у SRa сдвинуто к интервалу 1^m5-1^m7 , но у типа SRb он находится в промежутке звездных величин 1^m1-1^m5 . Для остальных типов определение максимума лишено смысла из-за малого числа звезд указанных типов.

Как уже было сказано, при определении амплитуды были исключены все звезды, у которых m_{min} подлежит сомнению. У звезд основного типа SR были исключены 2 звезды (DW Lyr, V 602 Sco), средняя величина которых меняется, 2 звезды (YY Pav, TU Sgr) с меньшей амплитудой и V 1594 Sgr с $m_{min} = 16^m0$. В табл. 4 мы включили все звезды, для которых определены как фотографические, так и визуальные звездные величины.

Большинство звезд (578) имеет амплитуды в промежутке 0^m9-2^m0 , т. е. 69,2 %; в промежутке 0^m3-0^m8 находится 13,3 % и, конечно, в интервале 2^m1-4^m1 меняется звездная величина у 17,5 % из общего числа 835 звезд. Заключение И. В. Матвеева о существовании своеобразных «местных» максимумов для значений кратных 0^m5 , что по его мнению свидетельствует о приближенных оценках амплитуд с округлением результатов до 0^m5 противоречит нашим данным, которые по более подробному разделению показывают округление до «парных» десятичных знаков звездных величин.

2.3 Распределение по периодам. Периоды полуправильных переменных звезд определены, как правило, с различной степенью надежности данных. Мы разбили все звезды, для которых были определены периоды, в интервалы по 20 дней, не учитывая степени надежности этих данных. Распределение 1462 звезд с известным периодом приведено в табл. 5 и показано на рис. 3. Первый максимум у звезд типа SR наблюдается около 100^d , у типа SRa сдвинуто к 160^d и у типа SRb заключен в пределах $100-120^d$. Только 2,5 % звезд имеет периоды больше чем 580^d . Предварительное сравнение зависимости между длиной периода и значением амплитуды показывает, что для звезд

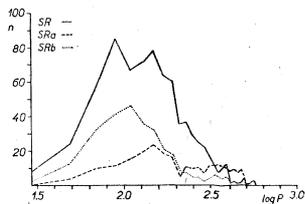


Рис. 3. Распределение по $\log P$.

Табл. 4.
Распределение по амплитуде Δm

Тип	0,3-0,4	0,5-0,6	0,7-0,8	0,9-1,0	1,1-1,2	1,3-1,4	1,5-1,6	1,7-1,8	1,9-2,0	2,1-2,2	2,3-2,4	2,5-2,6	2,7-2,8	2,9-3,0	3,1-3,2	3,3-3,4	3,5-3,6	3,7-3,8	3,9-4,0	4,1-4,2	Σ
SR	7	36	68	115	104	84	107	78	90	62	41	17	6	4	7	2	5	3	3	1	835
SRa	1	4	11	17	20	23	34	20	20	16	11	8	5	2	2	5	5	2	3	—	218
SRb	3	12	31	40	52	50	35	23	21	13	6	10	6	2	7	2	1	1	1	—	317
SRc	1	—	2	6	6	1	1	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	21
SRd	1	—	5	1	3	1	3	1	6	2	1	3	—	1	—	—	—	—	—	—	30
SR?	7	12	14	22	15	11	11	7	10	4	1	4	—	—	1	1	—	—	1	—	122
Σ	20	64	131	201	200	170	192	129	148	98	63	43	17	14	19	10	6	6	6	1	1543

Табл. 5
Распределение по периодам P

Тип	20-40	40,1-60,0	60,1-80,0	80,1-100,0	100,1-120,0	120,1-140,0	140,1-160,0	160,1-180,0	180,1-200,0	200,1-220,0	220,1-240,0	240,1-260,0	260,1-280,0	280,1-300,0	300,1-320,0	320,1-340,0	340,1-360,0	360,1-380,0	380,1-400,0	400,1-420,0	420,1-440,0	440,1-460,0	460,1-480,0	480,1-500,0	500,1-520,0	520,1-540,0	540,1-560,0	560,1-580,0	Σ		
SR	8	24	58	67	71	78	63	60	36	39	29	24	22	17	11	12	11	12	11	12	1	3	1	1	4	—	—	—	—	—	580,1
SRa	—	4	10	11	15	19	24	18	16	5	11	9	10	7	10	7	10	7	2	3	1	2	2	1	4	—	1	3	1	11	
SRb	2	13	32	41	46	36	32	20	12	7	7	5	4	2	8	6	4	5	—	2	2	1	1	2	2	1	2	1	—	11	
SRc	—	—	—	1	3	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	
SRd	2	—	6	7	9	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	
SR?	4	4	9	9	12	10	8	10	9	6	6	6	9	11	7	2	6	1	4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	
Σ	16	45	115	154	151	137	144	113	97	54	63	49	47	42	40	32	32	28	28	3	10	3	5	8	2	3	4	1	—	36	

с возрастающей амплитудой возрастают и периоды полуправильных переменных звезд типа SR, но максимумы являются плоскими. На рис. 3 непрерывной линией изображены числа звезд SR по $\log P$, штриховой для звезд SRa и пунктирной для типа SRb. Это свидетельствует о том, что среди звезд типа SR очевидно находятся звезды, которые на основании более подробного изучения могут быть отнесены к типу SRa или SRb.

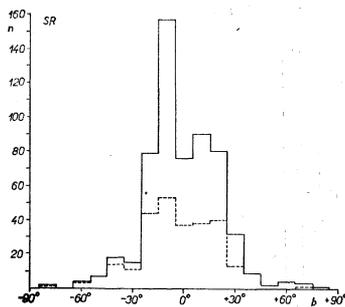


Рис. 4. Распределение звезд типа SR по галактической широте.

Утверждению М. Е. Набокова [5] о том, что полуправильные переменные звезды с различной длиной периода имеют неодинаговое распределение по галактической широте, будут посвящены наши исследования в будущем.

2.4 Распределение по галактическим координатам а) по широте. Мы пользуемся галактическими координатами, которые даны положением северного галактического полюса $\alpha = 12^h 40^m$; $\delta = +28^\circ$ для равноденствия 1900.0. Все типы полуправильных переменных проявляют заметную концентрацию к галактическому экватору. На рис. 4, который показывает распределение 579 полуправильных переменных типа SR до 14 фотографической звездной величины (непрерывная линия), наблюдается резкий максимум (161 звезда) в пределах галактической широты $-15^\circ < b < -5^\circ$; по исключении звезд 14^m наступает плоский максимум. Это явление повидимому обусловлено более тщательно изученными областями в созвездиях Стрельца, Скорпиона, Змееносца и Центавра в направлении к центру Галактики. С другой стороны максимум у звезд типа SR становится заметно резким, когда в наши расчеты включаются все 883 звезды вышеуказанного типа.

Что касается типов SRa и SRb, можно заключить, что самое большое число этих звезд сосредоточено к галактическому экватору (рис. 5), т. е.

в плоскости Галактики. Для иллюстрации этого явления можно рассмотреть рис. 6, на котором изображена плотность звезд в зависимости от галактической широты. Таким образом можно заключить, что сосредоточенность гигантов поздних спектральных классов, принадлежащих к типу SRa, больше, чем сосредоточенность звезд типа SRb. Из этого следует, что не только различия в устойчивом или неустойчивом сохранении периодичности, но и видимое распределение по галактической широте подтверждают разделение этих полуправильных переменных звезд на самостоятельные группы.

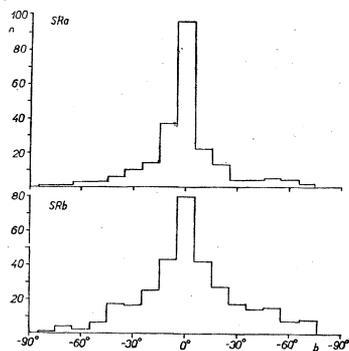


Рис. 5. Распределение звезд типов SRa и SRb по галактической широте.

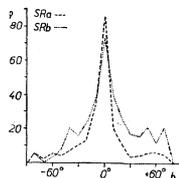


Рис. 6. Сравнение плотности (галактической концентрации) у звезд типа SRa и у звезд типа SRb.

б) по долготе. (рис. 7 а 8). Распределение по галактической долготе было изучено в отдельных интервалах 20° . Заключение Матвеева о том, что из приведенного материала следует несомненный вывод о концентрации полуправильных переменных звезд к центру Галактики, справедливо по нашему мнению только относительно звезд типа SR, у которых появляется максимум в интервале $320^\circ < l < 340^\circ$. Напротив, у SRa и SRb такой максимум смещен к участку галактических долгот $20^\circ < l < 40^\circ$. Падение числа звезд в направлении антицентра велико. На рис. 9 и 10 дано видимое распределение звезд типов SRa и SRb соответственно.

2.5 Распределение по спектральным классам. В 1951 г., когда И. В. Матвеев окончил свою работу [2], были известны спектральные характеристики для 272 звезд, т. е. 47,5 % из общего числа 573 звезд. В настоящее время число звезд, измеренное по процентам, уменьшилось и составляет лишь 43,3 %. Но число звезд, у которых была определена спектральная принадлежность, достигло 723 звезд

(см. табл. 7). Наибольшую группу составляют звезды класса М с самыми различными подразделениями (75,8 %); меньшая часть приходится на звезды класса N (11,1 %) и только 13,1 % на остальные спектральные классы. Из сказанного следует, что полуправильные переменные в этом отношении составляют более компактную группу физических переменных звезд.

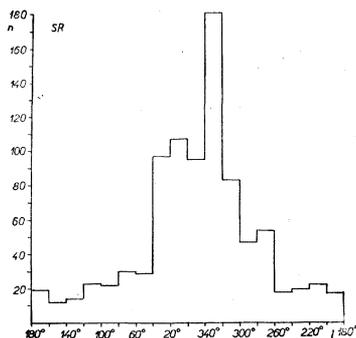


Рис. 7. Распределение звезд типа SR по галактической долготе.

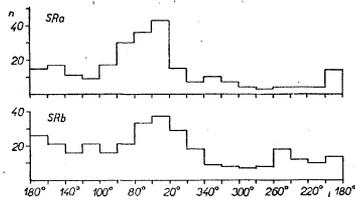


Рис. 8. Распределение звезд типов SRa и SRb по галактической долготе.

3. Заключение

Предварительные результаты подтверждают удобность разделения полуправильных переменных звезд типов SRa и SRb, которые принадлежат к гигантам поздних спектральных классов, на две самостоятельные группы, как это имеет место в ОКПЗ [1]. По отношению к работе И. В. Матвеева [2] возросло число переменных звезд, относящихся

к полуправильным, приблизительно в 2.5 раза. Среди полуправильных переменных находится некоторое число углеродных звезд. Специального внимания заслуживает зависимость между амплитудой и длиной периода у некоторых типов полуправильных переменных звезд.

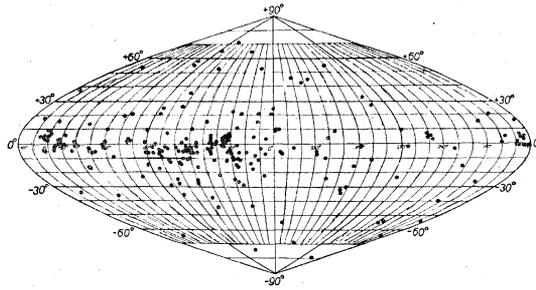


Рис. 9. Видимое распределение полуправильных переменных звезд типа SRa в галактических координатах.

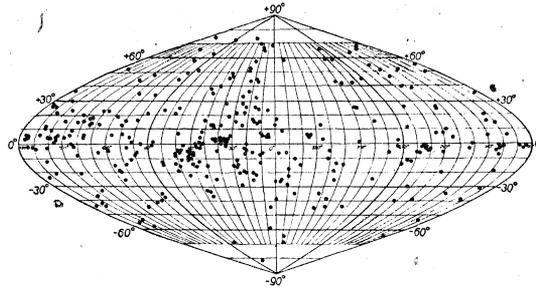


Рис. 10. Видимое распределение полуправильных переменных звезд типа SRb в галактических координатах.

Литература

- [1] Б. В. Кукаркин, П. П. Парнаго, Ю. И. Ефремов, П. Н. Холопов, Общий каталог переменных звезд, т. 1 и 2, Издат. Академии Наук СССР, Москва 1958 г.
- [2] И. В. Мамсеев, Переменные звезды, 9, 1, 1952.
- [3] Я. Я. Иккауцис, Труды Инст. физики, IV. Астрономия, Издат. Академии Наук Латв. ССР, Рига 1952.
- [4] В. И. Юджина, Переменные звезды, 6, 278, 1949.
- [5] М. Е. Набоков, Труды четвертого совещания по вопросам космогонии (Нестационарные звезды), Издат. Академии Наук СССР, Москва 1955, 408.

РЕЗЮМЕ

В настоящей работе рассматриваются вопросы общей статистики 1674 полуправильных переменных звезд, избранных из Общего каталога переменных звезд, второе издание, Москва 1958. Распределение по фотографической звездной величине в максимуме блеска приведено в табл. 2, по амплитуде изменения блеска в табл. 4, по периодам в табл. 5 и распределение по галактическим координатам в табл. 6 для типов SR, SRa, SRb, SRc, SRd, SR? соответственно. В табл. 7 дано распределение по спектральным классам для 723 звезд из общего числа исследованных звезд. Результаты изображены также графически на рис. 1—10.

SHRnutí

OBECNÁ STATISTIKA POLOPRAVIDELNÝCH PROMĚNNÝCH HVĚZD

JAROMÍR ŠIROKÝ A MIROSLAVA ŠIROKÁ

V předložené práci je podán přehled základních charakteristik 1674 poloprávdelných proměnných hvězd, obsažených ve 2. vydání Generálního katalogu proměnných hvězd (Moskva, 1958). V tab. 1—4 je uvedeno rozložení těchto hvězd podle fotografické hvězdné velikosti v maximu, podle amplitudy a periody. Ukazuje se, že tyto charakteristiky jsou různé pro hvězdy typu SR, SRa a SRb, přičemž hvězdy posledních dvou typů patří k týmž spektrálním třídám. Další rozdíly byly zjištěny při zkoumání zdánlivého rozložení hvězd těchto typů v galaktické délce a šířce. Výrazněji se koncentrují ke galaktickému rovníku hvězdy typu SRa než hvězdy typu SRb, i když to je zřejmě způsobeno výběrovým efektem. Nápadné maximum hvězd typu SR v intervalu galaktických šířek $-15^\circ < b < -5^\circ$ lze vysvětlit dokonaleji prozkoumanými oblastmi na jižní obloze v souhvězdích Sco, Sgr, Oph a Cen. Spektrální třídy jsou známy u 573 poloprávdelných proměnných hvězd, z čehož na hvězdy spektrální třídy M připadá 75,8 %, na hvězdy třídy N 11,1 % a zbytek na ostatní spektrální třídy. Poloprávdelné proměnné hvězdy tvoří tedy v tomto smyslu poměrně kompaktní skupinu fyzických proměnných hvězd.

SUMMARY

THE GENERAL STATISTIC OF SEMIREGULAR VARIABLE STARS

JAROMÍR ŠIROKÝ AND MIROSLAVA ŠIROKÁ

This paper presents a survey of the principal characteristics of 1674 semiregular stars included in the second edition of the General Catalogue of Variable Stars (Moscow, 1958). Figs. 1—3 show the distribution of these stars according to their photographic magnitudes in the maximum, according to their amplitudes and periods. These characteristics were found to be different for the SR, SRa and SRb types. Further differences were met with by the examination of the

apparent distribution of these types of stars in their galactic latitudes and longitudes (figs. 4–10). The stars of the SRA type exhibit a more pronounced tendency to concentrate to the galactic equator than the SRb type. The striking maximum of the stars of the SR type in the galactic latitude interval $-15^\circ < b < -5^\circ$ may be explained by the thoroughly investigated regions in the constellations Sco, Sgr, Oph and of the southern sky. Spectral classes are known for 573 semiregular variable stars, where 75.8 p. c. is taken by stars of the M class, 11.1 p. c. stars of the N class and the rest by stars of other spectral classes. Thus in this sense semiregular variable stars form a rather compact group of physical variable stars.