

**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ім. І. І. МЕЧНИКОВА**

На правах рукопису

УСЕНКО ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

ЕВОЛЮЦІЙНИЙ СТАТУС S-ЦЕФЕЇД

Спеціальність 01.03.02 – астрофізика, радіоастрономія

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата фізико-математичних наук

ОДЕСА-1997

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00737662 (V)

УСЕНКО ГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

ВООБОЖЕННИЙ СТАТУС ШІВЦІВ

Київський державний університет імені Шевченка

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата історико-математичних наук

ОДЕСА-1987

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ім. І. І. МЕЧНИКОВА

На правах рукопису

УСЕНКО ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

ЕВОЛЮЦІЙНИЙ СТАТУС S-ЦЕФЕЇД

Спеціальність 01.03.02 – астрофізика, радіоастрономія

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата фізико-математичних наук

ОДЕСА-1997

ЛНБ ім. В. Стефанива
АН України

AB 39.212

Роботу виконано в Астрономічній обсерваторії
Одеського державного університету ім. І. І. Мечникова.

Науковий керівник: кандидат фіз.-мат. наук, доцент
Сергій Михайлович Андрієвський

Офіційні опоненти: доктор фіз.-мат. наук,
Леонід Миколайович Бердніков
доктор фіз.-мат. наук

Яків Володимирович Павленко

Провідна організація: Спеціальна Астрономічна об-
серваторія Російської Академії Наук

Захист відбудеться "16" січня 1998 г.
о 14 годині

на засіданні спеціалізованої ради К 05.01.10 при
Одеському державному університеті ім. І. І. Мечни-
кова

(270100, г. Одеса, вул. Петра Великого, 2, ОДУ)

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці
Одеського університету (вул. Преображенська, 24).

Автореферат розісланий "16" січня
1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради
доктор фіз.-мат. наук

О. В. ЗАТОВСЬКИЙ

Загальна характеристика роботи

Актуальність теми дослідження.

Незмінний інтерес для астрофізиків полягає в дослідженні процесів нестационарності у зоряних атмосферах, а саме, - проява пульсаційної активності. Особливе зацікавлення виявляється до жовтих пульсуючих надгігантів населення I, - класичним цефеїдам (зіркам типу Дельта Цефея (DCEP)), що займають на діаграммі Герцшпрунга-Рессела досить компактну область: смугу несталості цефеїд (СНЦ). Ці, за словами видатного астрофізика Шеплі, "найголовніші зірки", завдяки своїм характеристикам служать не тільки індикаторами відстаней у межах нашої Галактики та по за її, але й дозволяють зробити висновки про структуру її пласкої складової та хімічну еволюцію.

Числені фотометричні та спектральні дослідження класичних цефеїд (DCEP) наприкінці 50-х и в 60-ті роки показали, що вони є нащадками блакитних масивних зірок головної послідовності (ГП) з масами від приблизно 3-х до 14 сонячних мас. Таким чином, дослідження хімічного складу цефеїд та його порівняння з власним у В-зірок ГП дає можливість судити про ядерні реакції, які відбуваються в їх надрах.

Завдяки цьому, можна буде оцінювати правильність вибору теоретичних моделей зоряної еволюції. Крім того, з загальної кількості зірок DCEP, був виділений підклас об'єктів з малими амплітудами майже синусоїдальних кривих блиску, кольору та радіальних швидкостей, з найбільш блакитними показниками кольору, - DCEPS. Більша частина цих зірок має короткі пульсаційні періоди та розміщена у нижній частині

СНЦ. Порівняння положення цих гірок на СНЦ з розрахованими тоді еволюційними треками нашої нашої нашої дослідників до ідеї, що саме DCEPS можуть бути жовтими надгігантами, які вперше перетинають СНЦ.

Відповідь на це питання міг дати тільки аналіз хімічного складу об'єктів цього підкласу. Але, крім дослідів 3-4 яскравих об'єктів, таку роботу ще ніхто не виконував. Завдяки цьому, дослідження еволюційного статусу DCEPS були включені в програму спектроскопічних досліджень жовтих надгігантів населення I Галактики на 6-м телескопі САО РАН. По-перше, для найбільш яскравих об'єктів використовувався Основний Зоряний Спектрограф (ОЗСП) с фотоплівкою, як приймачем випромінювання. Але, з неможливості отримання на ньому інформації по таким важливим лініям як лінії CNO-елементів з високим відношенням сигнал/шум та спектрів слабких цефеїд, цю задачу можна було розв'язати тільки після збудови ешелі-спектрографів с ПЗЗ-приймачами. Завдяки спеціальному математичному забезпеченню, - пакету програм DECH 20, виявилась можливість швидко і якісно обробляти отриманий матеріал.

Розрахунок параметрів атмосфер та хімічного складу маламплітудних цефеїд виконувався за методом моделей атмосфер в ЛТР-приближенні з використанням спектральних та фотометричних даних. Як правило, для кожного об'єкту було бажано мати хоча б 2 спектрограми, що отримані на різних фазах періоду пульсації. Хоча це не завжди було можливо, для кількох випадків, за малістю амплитуд, цілком достатньо однієї спектрограми, оскільки параметри атмосфери змінювалися незначно.

Отриманих даних по хімічному складу DCEPS, особливо для CNO-елементів та елементів s-процесу, цілком достатньо, щоб казати про актуальність програми спектроскопічних досліджень цих об'єктів.

Мета дисертаційної роботи:

Метою цієї роботи є отримання та аналіз даних пара-

метрів атмосфери та хімічного складу жовтих малоамплітудних змінних надгігантів населення I, що знаходяться у низовій частині СНЦ та визначених в Загальному Каталозі Змінних Зірок (ЗКЗЗ) як об'єкти типу DCEPS. Для її досягнення необхідно:

1) Виконати однорідні спектроскопічні спостереження максимальної кількості DCEPS по усьому інтервалу пульсаційного періоду від 1.5 до 17.12 діб з високим спектральним дозволом та віношенням сигнал/шум, та по можливості, для різних фаз кривий зміни блиску;

2) Використовую данні багатокольорової фотометрії (по можливості, паралельні фотометричні спостереження) разом з спектральними даними, з'ясувати параметри атмосфер та хімічний склад цих об'єктів.

3) Провести детальне доцлідження хімічного складу DCEPS.

4) Проаналізувати отримані результати та порівняти з теоретичними даними теорії зоряної еволюції.

Методи дослідження:

Для аналізу спостережень були використані високодисперсійні спектрограми на фотоплатівках, які потім записують на регістрограмну стрічку; високодисперсійні ПЗЗ-спектрограми в електронному вигляді та фотоелектричні спостереження.

Для обробки даних спостережень використовувався пакет програм DECH 20, який дозволяє проводити апроксимації спектральних ліній трикутником, гаусіаною, та прямим інтегруванням; програма VALMER для розрахунку параметрів атмосфер зоряних моделей; програма WIDTH 9 для розрахунку хімічного складу зірок; програма для обчислювання даних фотоелектричної фотометрії.

Наукова новизна даної роботи така:

1) На 6-м телескопі БТА САО РАН з використанням Основного Зоряного Спектрографа (ОЗСП) та ешелле-спектрометра

"РІСЬ", обладнаного ПЗЗ-матрицею, отримано 34 спектри з високою дисперсією для 17 зірок типу DCEPS. Для 13 об'єктів такі спектрограми отримані вперше.

2) Складений каталог еквівалентних ширин більш чим 5000 ліній в блакитній та червоній областях спектру, виміряних для 17 зірок типу DCEPS.

3) Методом моделей атмосфер отримані значення параметрів атмосфер DCEPS та визначен склад 28 хімічних елементів.

4) Шляхом аналізу складу CNO- елементів та елементів s-процесу показано, що переважна більшість DCEPS не в перший раз перетинає СНЦ, та їх малоамплитудна пульсаційна активність может бути викликана не тільки пульсаціями в обертоні, але і присутністю близьких супутників.

5) На основі досліду хімічного складу зірок типу DCEPS вперше виявлена група об'єктів, яка вперше перетинає СНЦ. Для них характерен близький до сонячного склад CNO- елементів, а також надлишки натрію та алюмінію. Крім того, вони належать до спектрального класу G.

6) Крім того, показано, що обрані DCEPS неоднородні по своєму хімічному складу та розділені на дві групи по складу елементів групи заліза.

7) З 17 досліджених DCEPS тільки три об'єкта впевнено ідентифіковані як пульсатори в обертоні, інші є пульсаторами в основному тоні.

8) Для більшості DCEPS списку має місце слабкий або помірний дефіцит складу заліза. Це є підтверженням теоретичних висновків, що зірки з масами від $3 M_{\odot}$ та більше з значеннями Z менше ніж 0.02 мають більш довгі петлі еволюційних треків та можуть неодноразово перетинати СНЦ після стадії "first dredge-up".

9) Усі DCEPS списку, крім одного об'єкту, як и подальюча більшість інших DCEPS, належать до одної галактичної спірачі та мають спільну природу.

10) Зроблений висновок про те, що необхідний додаток до класифікації жовтих змінних надгігантів населення I в ЗКЗЗ.

Наукова та практична цінність результатів роботи

Усі отримані результати мають фундаментальний характер, та можуть бути використані для доповнення у класифікації досліджених зірок до ЗКЗЗ.

Ці результати також можуть бути використані, як спостережній критерій при моделюванні процесів еволюції цефеїд, їх пульсаційної активності та внутрішньої будови.

Ці результати також зручно використовувати у галузях зоряної астрономії, особливо при дослідженні структури Галактики.

На захист виносяться:

1) Результати спектральних спостережень 17 зірок типу DCEPS (еквівалентні ширини).

2) Результати визначення параметрів атмосфер (ефективні температури, прискорення вільного падіння, мікротурбулентні швидкості) та склад хімічних елементів (від C до Gd) для усіх досліджених зірок.

3) Результати багатокольорових фотоелектричних спостережень для деяких DCEPS.

4) Висновок про те, що усі досліджені DCEPS списку, крім двох, не вперше перетинають СНЦ та більшість з них не є обертонні пульсатори. Обговорені можливі причини характеру пульсаційної активності цих зірок.

5) Висновок про те, що відкрито два об'єкти, які вперше перетинають СНЦ.

6) Висновок про неоднорідності групи об'єктів, означених в ЗКЗЗ як зірки типу DCEPS. На справді ця група містить DCEPS с $[Fe/H]$ від 0 до ≈ -0.1 dex, а $[Fe/H] \approx -0.3$ dex, та цефеїди, що вперше перетинають СНЦ.

7) Висновок про те, що DCEFS (особливо з короткими періодами) можуть неодноразово перетинати СНЦ, при тому, що це залежить від складу металів, - чим менше Z , тим довше петля треку другого перетинання.

8) Висновок про необхідність додатку до класифікації жовтих змінних надгігантів населення I в ЗКЗЗ.

Апробація роботи

Результати роботи докладались на нараді робочої групи "Зоряні атмосфери" в сел. Нижній Архиз (1992); в Одесі (1993); астрофізичних семінарах Одеської астрономічної обсерваторії; та були репрезентовані на міжнародній конференції, присвяченій 125-річчю ОАО (1996), а також на 155 Коллоквіумі МАТ "Astrophysical Applications Of Stellar Pulsation" в Кейптауні, ПАР (1995).

Публікації.

За темою дисертації опубліковано 7 робіт

Структура і обсяг роботи

Дисертація складається з вступу, п'яти глав, закінчення, списку літератури з 168 назв. Робота вміщує 176 сторінок тексту, 54 малюнка.

Короткий зміст роботи

У вступі обговорюється коло проблем, які досліджуються у дисертації, обгрунтована актуальність роботи, сформульована мета роботи, репрезентований зміст дисертації, її наукова новизна, а також головні положення, які виносяться на захист.

Перша глава присвячена розгляду загальних характери-

стик s-цефеїд (DCEPS). Тут надали загальні характеристики цієї групи класичних цефеїд згідно з ЗКЗЗ: змінні типу Дельта Цефея, з амплітудами менше ніж $0.^m5$ у V ($0.^m7$ у B), та майже симетричними кривими блиску, кольору та радіальної швидкості. Пульсаційні періоди цих зірок лежать в межах від $1.^d5$ (V473 Lyr) до $17.^d12$ (Y Oph). При цьому, для них не спостерегається аніяких характерних "горбів" на східних та убуваючих гілках кривих блиску, кольору та радіальної швидкості (як у класичних цефеїд на усьому продовженні значеннь періоду пульсації). Далі репрезентований короткий історичний огляд досліджень DCEPS та сформульовані основні гіпотези, які інтерпретують їх таку незвичайну поведінку: По-перше, малі амплітуди кривих блиску, кольору та радіальної швидкості DCEPS є свідомством про їх пульсації у першому (або у більш високому) обертоні. Вони виникають тому, що DCEPS є зірки, що вперше перетинають СНЦ та мають низький склад гелію в оболонках, якого не вистачає для збудження добре виразної пульсаційної активності. по-друге, - DCEPS, - це звичайні DCEP, які мають близьких супутників ранніх спектральних класів, що гравітаційно діють на зону He II у атмосфері цефеїди, та можуть істотно стримувати її пульсаційну активність.

Розглянутий еволюційний сценарій для цефеїд малих мас, фактори, які можуть впливати на зниження змісту гелію в оболонках цефеїд та різного роду спостереженні факти. Окрім того, складений каталог фізичних та можливих супутників DCEPS та розписані методи їх виявлення. Зроблення висновок про необхідність детального досліді параметрів атмосфер та хімічного складу цих зірок, особливо змісту CNO-елементів та елементів s-процесу, як основних індикаторів еволюції жовтих надгігантів.

Друга глава присвячена спостереженням та методам їх обробки. Приведен опис Основного Зоряного Спектрографа (ОЗСП), ПЗЗ - спектрометра "РИСЬ", які використовуються на 6-м телескопі САО РАН, спектрографа "AURELLIE", що використовується на 1.52-м телескопі ОНР (Франція), а також телескопів, на яких були виконані фотометричні та фотоелек-

DCEPS	P (днів)	m_v (зор. вел.)	Телескоп	Спектр. прилад	Кільк. спектрів
V473 Lyr	1.4910	5.99-6.36	6-м БТА и	ОЗСП, РИСЬ	5
SU Cas	1.9493	5.70-6.19	6-м БТА	ОЗСП	2
EU Tau	2.1025	7.90-10.25	1.52-м ОНР	AURELLIE	3
IR Cep	2.1141	7.58-7.98	6-м БТА	РИСЬ	1
UY Mon	2.3981	9.22-9.62	6-м БТА	РИСЬ	1
DT Cyg	2.4992	5.57-5.96	6-м БТА	ОЗСП, РИСЬ	1
V526 Mon	2.6750	8.45-8.78	6-м БТА	РИСЬ	1
SZ Tau	3.1487	6.33-6.75	1.52-м ОНР	AURELLIE	2
BY Cas	3.2233	10.06-10.58	6-м БТА	РИСЬ	1
V1334 Cyg	3.3328	5.77-5.96	6-м БТА	ОЗСП	1
α UMi	3.9696	1.86-2.13	6-м БТА	ОЗСП	3
FF Aql	4.4709	5.18-5.68	6-м БТА	ОЗСП	2
V1162 Aql	5.3761	7.53-8.03	6-м БТА	РИСЬ	1
V924 Cyg	5.5715	10.56-10.85	6-м БТА	РИСЬ	1
V440 Per	7.5520	6.18-6.32	6-м БТА и 1.52-м ОНР	ОЗСП AURELLIE	4
V636 Cas	8.3770	7.09-7.26	6-м БТА	РИСЬ	2
Y Oph	17.1241	5.87-6.46	6-м БТА	ОЗСП, РИСЬ	2

тричні спостереження (8- та 20- дюймові телескопи та 20-см камера Шмідта на Астрономічній станції АО ОДУ у с. Маяки, 20-дюймовий телескоп АЗТ -14 Абастуманської АО АН Грузії, 50-см телескоп Південно-Африканської АО у ПАР). Приведен список 17 досліджених DCEPS (див. таблицю).

У третій главі описана методика розрахунків параметрів атмосфер та хімічного складу DCEPS. Надається опис засобів виявлення ефективної температури T_{eff} , прискорення гравітації на поверхні зірки та турбулентної швидкості V_t . Крім того, розглянутий метод розрахунку хімічного складу зірок за допомогою пакету програм WIDTH 9, та надан опис використання сил осциляторів для різних елементів. Щоб запобігти можливим помилкам при розрахунках хімічного складу, які пов'язані з моделями атмосфер, програмою WIDTH 9 та різними

системами сил осциляторів, що використовувалися у аналізі, був розрахований свій власний хімічний склад Сонця, з використанням програми WIDTH 9, моделі атмосфери Сонця, інтерпольованої з сітки моделей Куруца та значень $\log g_f$, що були прийняті для досліджених зірок.

Наданий також опис оцінок погрішностей хімічного складу DCEPS на прикладі вуглецю, кисню, натрію та заліза. Окрім того, наданий список еквівалентних ширин ліній CNO-елементів оскільки вони відіграють найважливішу роль для розуміння процесів зоряної еволюції.

У четвертій главі розглянуті результати досліджень DCEPS. Для кожного з 17 об'єктів списку надан короткий опис його основних характеристик, методи розрахунку радіуса, журнал спостережень, варіанти визначення параметрів атмосфер та таблиці з розрахованим хімічним складом. Показано, що для 13 DCEPS цього списку хімічний склад був отриманий вперше.

У п'ятій главі обговорені результати досліджень. Розглянуто склад CNO-елементів, "парних" та "непарних" легких елементів, елементів α -процеса, елементів групи заліза, а також "легких" та "важких" елементів s-процесу. В таблиці приведені дані змісту тільки для вуглецю, азоту, кисню та заліза.

Як видно з цих результатів, значна більшість DCEPS з списку є звичайні проеволюювані надгіганти населення I, і лише тільки два об'єкти на перевірку виявилися зірками, вперше перетинаючими СНЦ, - V1162 Aql та V636 Cas. Крім того, встановлено, що серед DCEPS списку три об'єкта демонструють декілька занижений склад α -елементів, елементів групи заліза, а також "легких" та "важких" елементів s-процесу. Це EU Tau, V526 Mon та V924 Cyg. При цьому, що цікаво, якщо у усіх DCEPS списку величина $[Fe/H]$ близька до нуля (тобто лежить в межах сонячного), то для цих трьох DCEPS оцінка $[Fe/H]$ близька до -0.3 dex. Але, якщо розглядати отримані оцінки хімічного складу не по відношенню до водню ($[E/H]$), а по відношенню до заліза ($[E/Fe]$), то такі розбіжності проміж DCEPS списку одразу зникають. Дві, вже обговорені

DCEPS	Період (сут.)	[Fe/H]	[C/H]	[N/H]	[O/H]
V473 Lyr-1	1.490	-0.13	-0.29		-0.19
V473 Lyr-2		-0.11	-0.26		-0.25
SU Cas	1.949	-0.12	-0.50	0.57	-0.42
EU Tau	2.102	-0.25	-0.26		-0.18
IR Cep	2.114	-0.02	-0.19		0.21
UY Mon	2.398	-0.04	-0.34	0.33	-0.08
DT Cyg	2.499	-0.08	-0.28	0.25	-0.11
V526 Mon	2.675	-0.35	-0.31	0.28	-0.20
SZ Tau	3.145	-0.01			-0.19
BY Cas	3.221	-0.03	-0.20	0.33	0.44
α UMi	3.970	0.00	-0.28		
V1162 Aql	5.376	-0.13	0.21	0.22	-0.06
V924 Cyg	5.571	-0.28	-0.35		-0.04
V440 Per	7.570	-0.06	-0.46		-0.02
V636 Cas-1	8.376	0.20	0.19	0.30	
V636 Cas-2		0.02	0.12	0.41	
Y Oph	17.12	0.01	-0.12	0.59	-0.02

зірки, - V1162 Aql та V636 Cas демонструють сонячний склад CNO-елементів, що свідчує про їх перше перетинання СНЦ. Виявлена також цікава особистість, - ці об'єкти мають пізній клас G, чим решта DCEPS, та V1162 Aql має трохи асиметричну криву блиску.

Виделена добра антикореляція між змістом вуглецю та азоту для досліджених DCEPS та кореляція між змістом кисню та вуглецю, що підтвержує отриманні раніше данні других авторів для надгігантів населення I Галактики. Середні відношення змісту CNO-елементів для наших DCEPS при зрівнянні з теоретичними оцінками дають дуже добру узгоду.

Отримані значення T_{eff} були використані для розрахунку теоретичних оцінок радіусів DCEPS списку у випадку пульсацій в основному тоні, першому та другому обертонах. Ці оцінки, а також розглянуті спостережні оцінки радіусів DCEPS в порівнянні с залежністю "період - радіус" Лейні-Стобі показують, що тільки декілька об'єктів можна роздивляти, як мож-

ливі обертольні пульсатори. Головне, що подавляюча більшість DCEPS не вперше перетинає СНЦ, а їх незвичайні особливості можуть бути викликані як і можливими пульсаціями у обертоні, так і гравітаційним впливом супутників. Згідно з останніми даними, від 30 до 50 відсотків цефеїд, - подвійні системи. Деякі теоретичні розробки показують можливість зниження амплітуд пульсацій цефеїд у таких системах.

Зроблені порівняння положень досліджених DCEPS на діаграмі Герцшпрунга - Рессела з еволюційними треками моделей Шаллера для 3-х, 5-ти та 7-ми сонячних мас с різним змістом Z. Показано, що для моделей з Z менше ніж 0.02 можливим є повторне перетинання СНЦ, що в принципі, добре має узгоду з нашими даними (у більшості DCEPS оцінки $[Fe/H]$ у середньому біля -0.1 dex).

Основні результати та висновки:

1. Вперше у світі отримана однородна вибірка спектрів високого дозволу для 17 об'єктів, класифікованих у ЗКЗЗ як DCEPS. Проведений спектроскопічний дослід цих об'єктів для встановлення параметрів атмосфер та хімічного складу. При цьому, для 11 зірок такі результати отримані вперше у світі.

2. Особливий інтерес составило дослідження змісту CNO-елементів,- ключових елементів еволюції жовтих надгігантів. Згідно з результатами дослідження, переважна більшість DCEPS списку не вперше перетинає СНЦ, бо мають помітний дефіцит вуглецю, надлишок азоту та слабкий дефіцит кисню. Для DCEPS, як і для усіх DCEP існує антикореляція між складом C та N, а також кореляція між складом C та O. Порівняння оцінок середніх відношень складу CNO-елементів для DCEPS з теоретичними показує добру узгоду проміж ними.

3. Надлишок натрію також характерний для DCEPS, хоча для деяких об'єктів цей надлишок є помітним, якщо дивитися на оцінки $[Na/Fe]$. Подібне спостерегається й для спінок складу алюмінію. Отримані в роботі оцінки цих елементів добре узгодні є такими для надгігантів населення I Галактики. Була також встановлена антикореляція між змістом $[Na/Fe]$ та $[Al/Fe]$. Крім того, для DCEPS не було встановлено жодної кореляції

між оцінками $[Na/Fe]$ та $\log g$.

4. Для більшості DCEPS списку оцінка змісту заліза $[Fe/H]$ лежить в межах від 0 до -0.1 dex. Але, для трьох об'єктів оцінка $[Fe/H]$ досягає -0.3 dex. Це може бути свідомством про підрозділ надгігантів населення I на дві підгрупи.

5. Середній зміст α -елементів лежить у межах сонячного (якщо розглядати їх зміст відносно Fe), і теж саме можна казати і про елементи групи заліза.

6. Для переважної більшості "легких" та "важких" елементів s-процесу є характерним помітний надлишок, особливо для стронцію та лантану (якщо брати оцінки змісту відносно Fe). Оскільки залишок цих елементів образується на стадії "first dredge-up", їх також можна використовувати як індикатори еволюції жовтих надгігантів.

7. Були вперше знайдені два об'єкти з сонячним змістом CNO-елементів, що дозволило ідентифікувати їх як жовті пульсуючі змінні надгіганти населення I, що вперше перетинають СНЦ. Ці об'єкти об'єднують ще одна характерна риса: належність до спектрального класу G.

8. Було показано, що тільки три об'єкти з списку досліджених DCEPS можна впевнено класифікувати, як пульсатори у обертоні, для чотирьох така класифікація невпевнена, інші є пульсаторами у основному тоні. З цього був зроблен висновок, що феномен DCEPS може бути проявою декількох факторів:

а) Пульсаціями у обертоні.

б) Присутністю близьких супутників, та їх вплив на пульсаційну активність DCEPS.

в) Перше перетинання СНЦ.

9. Порівняння положень досліджених DCEPS на діаграмі Г-Р з еволюційними треками зірок в 3, 5 та 7 M_{\odot} з різними оцінками Z. Зірки цих мас з оцінками Z менше ніж 0.02 можуть неодноразово перетинати СНЦ після стадії "first dredge-up". Приблизно половина DCEPS з списку досліджених об'єктів (зірки з періодами пульсації менше 5^d) мають дефіцит $[Fe/H]$,

що є доброю угодою в теорію.

10. Згідно з положенням проєкцій галактичних координат досліджених DCEPS на площину Галактики, усі вони, крім одної, належать до одної галактичної спіралі, та мають спільну природу. DCEPS, вперше перетинаючи СНЦ, групуються з об'єктами такого ж спектрального класу.

11. Відкриття двох цефеїд, що вперше перетинають СНЦ, потребує додатку до класифікації цих об'єктів в ЗКЗЗ.

Основні результати дисертації опубліковані в наступних роботах:

1) Usenko I.A., 1990, "S-цефеїди на двуцветной диаграмме для неразделенных двойных звезд", Кинематика и физика небесн. тел, 6. N3, 91.

2) Usenko I.A., 1990, "Photoelectrical Observations of S-Cepheid FF Aql", IBVS N3519, 1.

3) Usenko I.A., 1992, "Photoelectrical Observations of S-Cepheid V1134 Cyg", IBVS N3784, 1.

4) Andrievsky S.M., Kovtyukh V.V., Usenko I.A., 1994, "The Chemical Composition Of The S-Cepheids. I. α UMi And HR7308 (V473 Lyr): Unique Cepheids Of The Galaxy," Astron. Astroph. 281, 465.

5) Andrievsky S.M., Kovtyukh V.V., Usenko I.A., 1994, "The Chemical Composition Of The S-Cepheids:II.," Astron. Astroph. 305, 551.

6) Andrievsky S.M., Kovtyukh V.V., Usenko I.A., Klochkova V.G., 1996, "The Chemical Composition Of The S-Cepheids:III.," Astron. Astroph. 316, 155.

7) Usenko I.A., Kovtyukh V.V., Andrievsky S.M., Klochkova V.G., Galazutdinov G.A., 1995, "The Chemical Composition Of S-Cepheids And Double-Mode Cepheids", Proceed. of IAU Coll. 155 "Astrophysical Applications Of Stellar Pulsation", Cape Town, South Africa, 6-10 February, 1995; Eds. R.S. Stobie, P.A. Whitelock; ASP Conference Ser., 83, 353.

Усенко И.А. Эволюционный статус s-цефеид (рукопись).

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 - астрофизика, радиастрономия, Одесский государственный университет им. И.И. Мечникова, Одесса, 1997.

В работе выполнен анализ химического состава и определены параметры атмосферы 17 s-цефеид с целью определения их эволюционного статуса. Показано что 15 звезд не впервые пересекают полосу неустойчивости цефеид и 2, - впервые ее пересекают. Обсуждены версии проявления феномена s-цефеид и сценарий их эволюции. Показано, что эти объекты принадлежат к одной галактической спирали и имеют общую природу.

Usenko I.A. The evolutionary status of s-Cepheids (manuscript!)

In this paper the analysis of the chemical composition and atmospheric parameters has been obtained for 17 s-Cepheids. The main aim is a determination of the evolutionary status of s-Cepheids. It shown that 15 stars are crossing Cepheids instability strip not for a first time, and 2 stars are first-time crossed Cepheids. Some versions about s-Cepheids' phenomena and their evolutionary scenarium has been discussed. It shown that these objects are belongs to one's Galaxy's spiral and they has common nature.

Ключові слова: цефеїди, параметри атмосфери, хімічний склад, пульсаційна активність, еволюція, структура Галактики.

WP 22.515

431762

AB 39.212