

ПОИСК БЫСТРОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ СПЕКТРА τ 0Ar ЗВЕЗДЫ γ Equ

С.Г. АЛИЕВ, Н.З. ИСМАИЛОВ

Шемахинская астрофизическая обсерватория АН Азербайджана,
373243, г. Шемаха, Пиркули, пос. Ю. Мамедалиева

По спектрограммам, полученным за 1999-2000 гг наблюдений для τ 0Ar звезды γ Equ, выполнено измерение спектральных параметров линий FeI, FeII, MgI, MgII, TiII, CrII, H α , H β . Результаты частотного анализа по данным измеренных лучевых скоростей, проведенные по разным линиям выявили несколько близких друг другу мод осцилляций, наиболее достоверная из которых, соответствует частоте $1440 \pm 70 \mu\text{Гц}$ (11.57 минут). Получено, что значения эквивалентных ширин, полуширин и центральных глубин большинства спектральных линий, а также значение магнитного поля звезды, полученное разными авторами показывают пульсационное изменение с найденным периодом.

ВВЕДЕНИЕ

Ar звезды - это группа химически пекулярных звезд, показывающих спектральную, фотометрическую и магнитную переменность с периодом осевого вращения. Около 20% всех карликовых звезд в спектральном диапазоне от позднего B до раннего F выявляют пекулярные свойства, т.е. показывают значительное отличие относительно нормальных звезд главной последовательности (ГП). Впервые Стиббс [1] предложил объяснение всех этих изменений с помощью, так называемой модели наклонного ротатора - дипольного магнитного поля, у которого ось диполя наклонена к оси вращения звезды.

Примерно 30 лет тому назад обнаружены короткопериодические изменения блеска с небольшой амплитудой у группы т.н. τ 0Ar звезд [2]. Это подгруппа Ar звезд, показывающая 5-16 минутные колебания блеска с амплитудой $0.^m005$ - $0.^m0160$ в видимом диапазоне блеска. Фотометрические амплитуды осцилляций с изменением магнитного поля звезды модулируют с фазой. Эта особенность объяснялась моделью наклонного пульсатора, согласно которой, нерадиальные пульсации выстраиваются не по оси вращения звезды, а по магнитной оси [3]. Детальный обзор по свойствам τ 0Ar звезд можно найти в работах [4-6].

Звезда γ Equ (HD201601) - одна из хорошо изученных звезд среди τ 0Ar (SrCrEu) звезд со спектром A7. Она является медленным ротатором с периодом около 74 года [7]. По данным скоростной фотометрии Мартинез и др. [8] обнаружено, как минимум, 4 нестабильные моды осцилляций. По данным [9], в течении 1995-1996 г.г. лучевые скорости звезды показывали быстрое изменение от -16.81 до -4.28 км/с. Авторы предположили, что γ Equ является долгопериодической двойной системой с большим эксцентриситетом. А в работе [10] показано, что данные [9] не согласуются с их результатами 758 измерений лучевых скоростей γ Equ, полученных за 1994-1996 г.г.

Каннан и Хатзес [11] по новым высокоточным наблюдениям обнаружили переменность лучевых скоростей звезды по разным спектральным линиям, в пределах от 100 до 1000 м/с. В их работе показано, что изменение лучевых скоростей по разным линиям согласуется с пульсационным периодом около 12 минут, которое находится в интервале тех же мод, что обнаружено по фотометрическим данным в работе [8]. В работе Маланушенко и др. [12] по линиям PrIII и NdIII обнаруживается пе-

ременность значений V_r с амплитудой около 1000 м/с. Авторы [12] обнаружили два из четырех значений частот периодических пульсаций, обнаруженных ранее по фотометрии в работе [8].

Систематическое исследование короткопериодических изменений у пекулярных звезд, имеющих сильные магнитные поля, представляет большой интерес с точки зрения теории пульсации. Исследование таких изменений позволяет изучить физику локальных областей, связанных с пятнами. К настоящему времени быстрые пульсационные изменения спектра обнаружено всего у 4 звезд. Это HR 1217 [13], α Cir [14], χ Psc [15] и Equ [11, 12]. Целью настоящей работы является исследование быстропротекающих процессов в спектре τ 0Ar звезды γ Equ.

НАБЛЮДЕНИЯ

Наши наблюдения выполнены на эшелле-спектрометре Куде фокуса 2 м телескопа ШАО АН Азербайджана. В качестве приемника излучения использована ПЗС (530x580) матрица с размером пиксела 24 $\mu\text{м}$. Весь диапазон спектра $\lambda\lambda 4300$ - 6700 \AA охвачен окном матрицы 40-го порядка с шириной около 50 \AA . Спектральное разрешение 72-го порядка (середина λ 6560 \AA) составило 30000. Типичное отношение сигнала к шуму соответствует 70-120. Для редукации и обработки данных использован пакет программы DECH20, разработанный в CAO АН РФ [15]. Подробная информация об аппаратуре и методике наблюдений приведена в работе [16].

За 6 ночей в 1999-2000 нами получено всего 56 спектров γ Equ и около 10 стандартных звезд. В табл.1 дается журнал наблюдений, где приведено количество спектров за ночь, средняя экспозиция, продолжительность каждой серии. Мы не смогли уменьшить время экспозиции из-за уменьшения при этом отношения сигнала к шуму в спектрах. В итоге временное разрешение с учетом потери времени при переходе между экспозициями составило около 7-8 минут для отдельной точки.

Дата	Количество	Ср.экспозиция (минут)
1. JD2451451.3507 -.4306	13	6
2. JD2451452.3188 -.4201	18	7
3. JD2451453.2965 -.3458	11	6
4. JD2451744.4431 -.4799	10	7
5. JD2451768.3306 -.3403	2	6
6. JD2451769.3826 -.3875	2	6

Измерены лучевые скорости V_r , эквивалентные ширины W_λ , полуширины $\Delta\lambda_{1/2}$ (далее FWHM) и центральные глубины R_λ для 15 избранных спектральных линий по каждой спектрограмме. Для редукции длин волн построена дисперсионная кривая по линиям солнечного спектра, где для каждой линии репера среднеквадратичное отклонение меньше, чем $\pm 0.005 \text{ \AA}$. Узкие линии спектра звезды позволили измерить лучевые скорости со средней ошибкой $\pm 0.3 \text{ км/с}$. Ошибка измерений W_λ не превосходит 5%, а для R_λ - 0.5%.

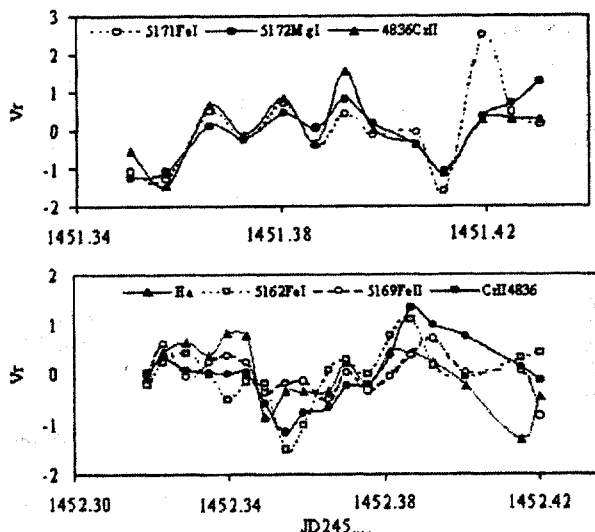


Рис. 1а, б. Временное изменение лучевых скоростей γ EQu по две ночи наблюдений.

Лучевые скорости. К списку выбранных линий для исследования относятся линии FeI, FeII, MgI, MgII, TiII, CrII а также линии H α и H β . Среднее гелиоцентрическое значение V_r для γ EQu полученное по линиям FeI, MgI, FeII составило $16.48 \pm 0.3 \text{ км/с}$, оно хорошо согласуется с данными [10] в пределах ошибок. В дальнейшем на графиках значения V_r будут смещены к нулю вычитанием среднего значения V_r . Результаты измерений по отдельным сериям показали, что мы наблюдаем переменность V_r отдельных линий от спектра к спектру. На рис.1а для примера приведено изменение лучевой скорости спектральных линий FeI $\lambda 5171 \text{ \AA}$, MgI $\lambda 5172 \text{ \AA}$, CrII $\lambda 4836 \text{ \AA}$ за первую ночь наблюдений. На рис.1б приведена изменение V_r со временем за вторую серию наблюдений, по линиям FeI $\lambda 5162 \text{ \AA}$, FeII $\lambda 5169 \text{ \AA}$, CrII $\lambda 4836 \text{ \AA}$ и H α . Надо отметить, что для V_r линий H α и H β мы измерили только центральное узкое ядро этих линий.

Из рис.1 видно, что наблюдается одновременно два типа изменений V_r : а) быстрая пульсация с кратковременным изменением, б) относительно медленное изменение в течение характерного времени около 1,5 часа. Оба типа изменений хорошо заметны по рис.1а,б как в первой, так и во второй серии наблюдений: в первой серии наблюдается два минимума и один максимум, а во второй серии - два минимума и два максимума. Подобные колебания значений V_r наблюдаются и в остальных сериях наблюдений. Другими словами, наблюдаются относительно медленные изменения значений V_r , на фоне которых происходят пульсационные изменения с коротким периодом. В течении около 1.5 часа амплитуда

кратковременных периодических пульсаций также изменяется от максимума до предела их обнаруживаемости. Аналогичский эффект нами наблюдался у звезды χ Psc [16].

Для исследований периодических изменений в спектре звезды нами проведен Фурье анализ значений лучевых скоростей по разным линиям. С этой целью мы применили метод Скаргле [17], позже усовершенствованный Хорне и Балинасом [18]. Программа поиска периодов составлена И.Антохиным (ГАИШ), и в работе [19] подробно описана методика ее применения. Этот метод позволяет вычислить ложное значение частоты используя вероятность F для любого пика высоты спектра мощности, т.е. вероятность того, что она будет больше белого шума, чем требуемое значение. Вероятность того, что данные содержат один периодический сигнал, равна $1-F$. Максимальный интервал частоты при таком поиске определяется соотношением $\nu_{max} = 1/2t_{min}$, где t_{min} - минимальное время между соседними точками наблюдений. По нашим данным для γ EQu это полученное значение составило $\nu_{max} = 140 \text{ d}^{-1}$. Анализ велся для V_r линий FeI $\lambda 5162 \text{ \AA}$, MgI $\lambda 5172 \text{ \AA}$, FeII $\lambda 5169 \text{ \AA}$, CrII $\lambda 4836, 4848 \text{ \AA}$, TiII $\lambda 4468 \text{ \AA}$.

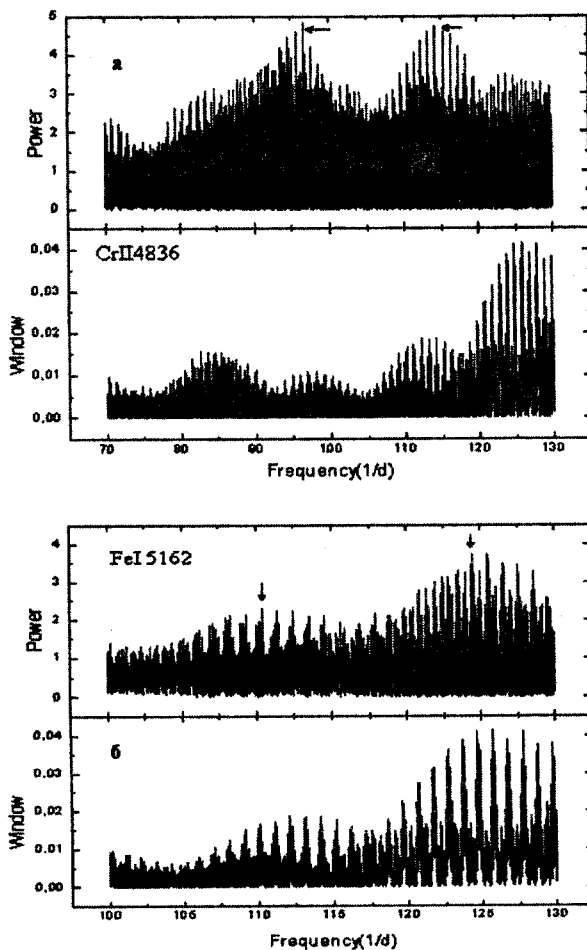


Рис. 2а,б. Примерные спектры мощности и окна по линиям CrII4836 и FeI5162 по результатам частотного анализа лучевых скоростей γ EQu.

Результаты поиска пульсационных мод по разным линиям в интервале частот $0-130 \text{ d}^{-1}$ дают достаточно яс-

ную картину спектра мощности. Так, для большинства линий в интервале частот от 0 до 80 д^{-1} не наблюдается каких-нибудь значительных пиков. Начиная от частоты 80 по 130 д^{-1} очень часто можно наблюдать пики разной значимости, где на наш взгляд бывают и достаточно сильные, превышающие порог 3σ . Однако, многие из этих мод неустойчивы и часто не повторяются в спектрах мощности разных линий. Из наблюдавшихся частот мы выделили два пика наиболее часто наблюдаемых и превышающих уровень 10σ . На рис.2а приведен типичный спектр мощности и окна, полученные для линии $\text{CrII } \lambda 4836 \text{ \AA}$. Здесь обнаруживаются два значимых пика, соответствующие частотам $\nu_1=96.665 \text{ д}^{-1}$ (1119 мГц) и $\nu_2=114.385 \text{ д}^{-1}$ (1324 мГц), которые соответствуют периодам 14.897 мин. и 12.589 минут. На рис.2 б приведен аналогичный график для линии $\text{FeI } \lambda 5162 \text{ \AA}$, где в этом интервале частот значительными частотами являются $\nu_3=110.335 \text{ д}^{-1}$ (1277 мГц) и $\nu_4=124.505$ (1440 мГц) д^{-1} , которые соответствуют периодам 13,051 мин. и 11.566 мин. Частота ν_4 с точностью $\pm 70 \text{ мГц}$ было обнаружена также в спектрах у 80% из исследуемых линий, поэтому нами принимается как наиболее вероятное соответствующее значение периода пульсации. Таким образом, из наших наблюдений выявлено две наиболее вероятных частоты ν_2 и ν_4 , которые соответствуют $1324 \pm 80 \text{ мГц}$ и $1440 \pm 70 \text{ мГц}$. Эти значения пульсационных мод очень близки к значениям периода, приведенным в работе [8] и по спектральным наблюдениям, найденным в [11, 12].

Надо отметить, что при анализе частотных характеристик V_r значений спектральных линий, среди значений частот не наблюдается одно постоянное значение и в зависимости от конкретных физических условий можно наблюдать разные, но очень близкие значения периода пульсации. По-видимому, помимо прочих причин непостоянства значений пульсационных периодов по данным разных авторов, это небольшая переменность значения самого периода.

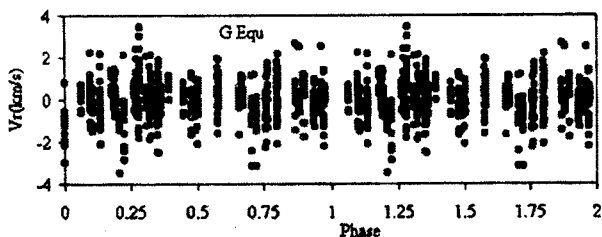


Рис.3. Свертка значений V_r по всем измеренным линиям по фазам периода $P_p=11.56$ минут.

На рис.3 нами приведена свертка по фазам периода пульсации $P_p=0.0080 \pm 0,0002$ всех значений лучевых скоростей по измеренным линиям, кроме линий водорода. Как отсюда видно, наблюдается два горба в течение периода, в котором максимумы получены около фаз 0.3 и 0.8. При этом, за начало эпохи была взята дата $\text{JD}2451451.4118$, которая соответствует абсолютному минимуму значений V_r в первой серии наблюдений. Здесь же можно видеть максимальное отклонение значений лучевых скоростей V_r от среднего. Надо сказать, что максимальный разброс лучевых скоростей по всем линиям превышает $\pm 3 \text{ км/с}$ (рис.1), в то время как средние

значения амплитуды V_r отдельных линий доходят до 1-2 км/с.

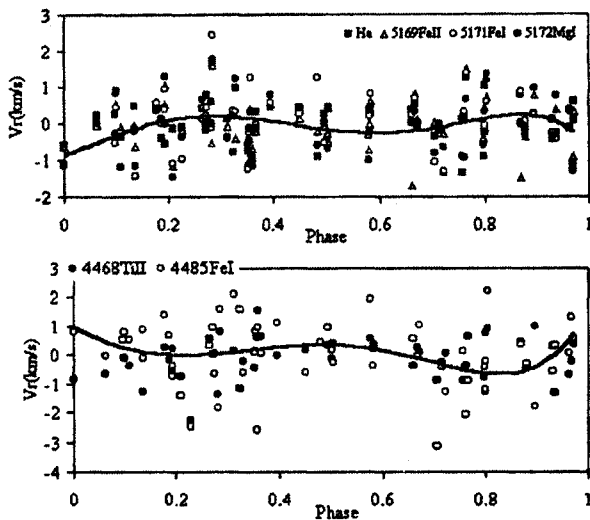


Рис.4 а, б. Свертка значений V_r по $\text{H}\alpha$ $\text{FeII}5169$, $\text{FeI}5171$, $\text{MgI}5172$ (а) и по линиям $\text{TiII}4468$ и $\text{FeI}4485$ (б) для звезды $\gamma \text{ Equ}$.

К примеру, на рис. 4 приведены фазовые кривые V_r по разным линиям, свернутые по значению периода $P=0.008$. Рис.1 показывает, что, по-видимому, из наблюдаемых линий некоторые меняются в противофазе с пульсационным периодом. Построение фазовых кривых по отдельным линиям позволило выделить линии, совершающие пульсацию в антифазе. К примеру, на рис.4а,б нами сгруппированы линии, у которых значения V_r пульсируют синхронно по фазе. Группировка проводилась после свертки каждой линии отдельно по данному периоду пульсации и проводилась средняя по полиному 5 степени. Далее, были произведены группировки по форме средней кривой V_r . Оказалось, что, например, линии $\text{FeII } \lambda 5169 \text{ \AA}$, $\text{FeI } \lambda 5171 \text{ \AA}$, $\text{MgI } \lambda 5172 \text{ \AA}$ попали в одну (рис.4а), а линии $\text{TiII } \lambda 4468 \text{ \AA}$ и $\text{FeI } \lambda 4485 \text{ \AA}$ в другую группу (рис.4б). Линии CrII , измеренные также в синей части спектра, ведут себя непредсказуемо, и трудно их отнести к одному из этих подгрупп линий. Заметим, что выделенные группы линий разделяются и по длине волны. Первая группа линий образуется ближе к красной части, а вторая группа - к синей части спектра.

В табл.2 приведен список измеряемых линий и результаты анализа отдельных параметров спектральных линий звезды. Во второй столбце таблицы приведено максимальное значение полуамплитуды V_{max} средних значений V_r по фазе, а в третьем - максимально наблюдаемый разброс ΔV_r от нулевого значения V_r по отдельным линиям. Последний параметр близок к предыдущему, но как правило, немного больше. Полуамплитуда среднего значения определено по отклонению средней линии от нуля, проведенной по полиному 5 степени, при фазовых кривых V_r соответствующих линий. Значение максимального разброса определяется по максимально наблюдаемому отклонению значений V_r от нулевого значения (т.е. от среднего) по данной линии. Из всех измеренных линий, максимальный разброс значений V_r показали линии $\text{MgII}4481 \text{ \AA}$, $\text{CrII}4848 \text{ \AA}$, $\text{H}\beta$.

Таблица 2.

Некоторые параметры спектральных линий γ Equ.

Спектральные линии	V_{max} (км/с)	ΔV_r (км/с)	W_λ (%)	FWHM (%)	R_λ (%)
5162 FeI	1.5±0.3	1.8±0.3	19±5	18±2	19±0.5
5166 FeI	0.5	1.0	17	13	12
5167 MgI	0.5	2.2	17	22	11
5169 FeII	2.0	1.0	19	17	13
5171 FeI	0.5	1.5	20	18	13
5172 MgI	2.0	2.2	20	20	11
4848 CrII	2.0	2.0	60	30	37
4836 CrII	2.0	2.2	42	39	26
4468 TiII	1.0	3.0	41	31	30
4481 MgII	3.0	3.5	22	40	11
4485 FeI	1.5	2.0	50	40	30
H α	0.5	0.7	21	22	3.6
H β	2.5	4.0	26	33	13

Другие спектральные параметры. Измеренные значения эквивалентных ширин указанных линий свидетельствуют о том, что большинство спектральных линий показывают их изменение около фаз 0.3 и 0.8. На рис.5а приведена фазовая кривая эквивалентных ширин трех линий FeI5162, MgI5167 и FeII5169. Как отсюда видно, до 15-20% можно наблюдать изменение значений W_λ при указанных фазах. В четвертом столбце табл.2 приведено максимальное значение изменений W_λ относительно среднего, в процентах. Наибольшее значение изменения W_λ от среднего значения дают линии CrII и H β , TiII.

В табл.2 также приведены значения относительных изменений от среднего полуширины и центральных глубин, в процентах. Как видно из последних столбцов таблицы, здесь также максимальное изменение в фазах 0.3 и 0.8 имеют линии CrII.

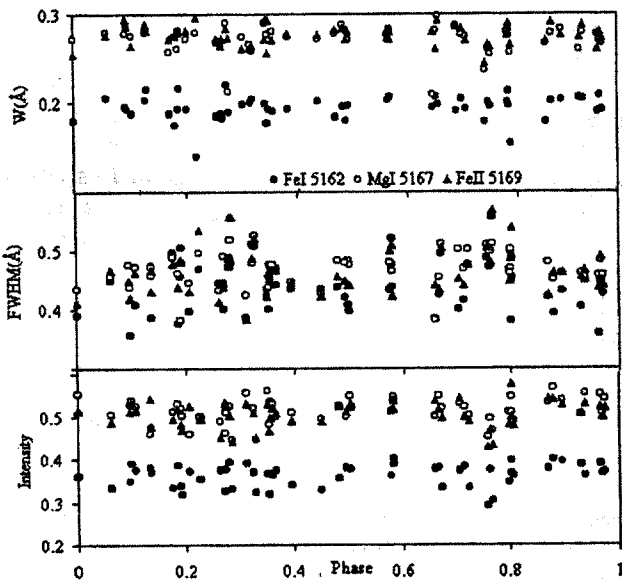


Рис.5. Свертка значений спектральных параметров у трех линий γ Equ спектра: а – W_λ , б – полуширины (FWHM (Å)), с – центральные относительные интенсивности спектральных линий FeI5162, Mg5167 и FeII5169

На рис.5а,б,с приводятся фазовые кривые для эквивалентных ширин, полуширин и центральных интенсивностей спектральных линий FeI λ 5162Å, MgI λ 5167Å и FeII λ 5169Å. Как отсюда видно, минимумы эквивалентных ширин (т.е. максимумы V_r (рис.4)) при фазах 0.3 и 0.8 соответствуют максимумам значений полуширин и минимумам значений центральных глубин спектральных линий. Все указанные параметры, так же как и лучевые скорости, показывают два экстремума в течение времени пульсационного периода.

Связь физических характеристик поверхности Арзвезд с переменным магнитным полем является давним предметом дискуссии. Еще Хавнес и Конти [23] заключили, что взаимодействие магнитного поля и ионизованного материала вызывают аккрецию, и пекулярное обилие является результатом селективной аккреции. Наблюдаемые нами изменения в спектре звезды вызывают интерес исследования взаимосвязи между изменением магнитного поля и спектральными параметрами звезды.

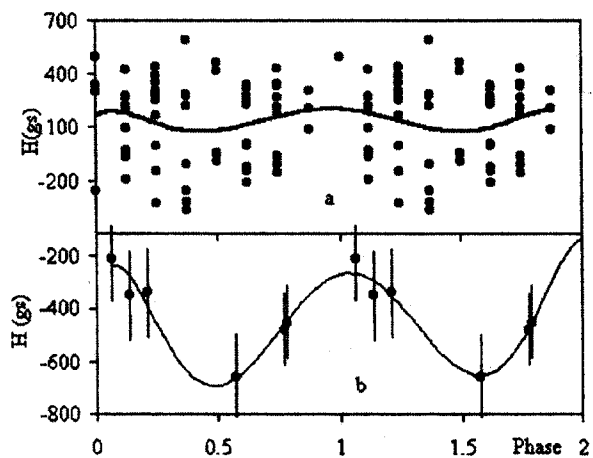


Рис.6. Фазовые кривые магнитного поля γ Equ по данным [20] (а) и по данным [21] (б).

Начиная с работ Бибкока [22] магнитное поле γ Equ было измерено неоднократно многими авторами. Эти измерения выполнены разными методами и с разной

точностью, поэтому трудно связать наблюдаемые изменения магнитного поля звезды с обнаруженным нами периодом пульсации. По данным [20] магнитное поле звезды меняется с периодом около 72 года, но имеет флуктуации относительно средней кривой. Несмотря на это, для выявления определенной связи с магнитным полем звезды мы рассмотрели более однородные наблюдения Бонсака и Пилачовского [20], которые охватывают период 1960-1973 гг (всего 60 измерений), а также относительно новые данные Борра и Ландстрита [21] (всего 6 измерений).

На рис.6 а приведена фазовая кривая магнитного поля γ Equ, свернутая по найденному нами периоду пульсации, по данным Бонсака и Пилачовского [20]. Этот график напоминает рис.2, где нами построена фазовая кривая лучевых скоростей данной звезды. Поскольку массив по данным [20] охватывает большой период наблюдений, возможно, в разные сезоны наблюдений мы наблюдаем пульсации звезды в антифазе. Несмотря на большое временное разрешение полученных данных, они неплохо описываются с пульсационным периодом. Данные Борра и Ландстрита [21], полученные другим методом за более высокое временное разрешение также неплохо описываются пульсационным периодом γ Equ. Средняя линия на рис.6б проведена полиномом 6 степени. Обе кривые на рис.6а,б показывают совпадение фазы максимума, при фазе 0.4.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Согласно данным Каннан и Хатзес [11] лучевые скорости спектральных линий, измеренные по красной части спектра имеют больше амплитуды изменения, чем амплитуды по синей части спектра. Кроме того, по данным этих авторов, в течение периода пульсации, соответствующего частоте 1380 ± 80 мГц наблюдается один максимум лучевых скоростей. В работе Маланушенко и др. [12] подтверждается наличие 12-минутного пульсационного периода, но не приводится свертка значений V_r по данному значению периода, и по их данным невозможно определить форму кривой лучевых скоростей. Наши измерения показали, что и лучевые скорости, и все остальные измеренные спектральные параметры показывают два различных по значимости максимума или минимума, наблюдаемых при фазах 0.3 и 0.8. Значения этих экстремумов у одного и того же параметра одной и той же линии неравнозначны (см. например, рис.4а,б). Это свидетельствует о том, что возможно, в разные сезоны появляются разные активные области, в течение периода пульсации обеспечивающие синхронное изменение в атмосфере звезды. Другими словами, у звезды γ Equ области, показывающие пульсационную переменность, могут быть расположены в разных участках поверхности звезды.

Наши данные по временному разрешению уступают результатам V_r измерений по работе [12]. Но результаты частотного анализа по нашим данным хорошо согласуются с данными [8], [11] и [12]. Проведенный частотный анализ по данным измерений лучевых скоростей свидетельствует о том, что наблюдается пульсационный пери-

од около 12 минут. Но помимо этого, в течении примерно 1,5 часов нами наблюдалась изменение амплитуды пульсационного периода от максимума до полного исчезновения этих пульсаций. Такой же эффект обнаружен по V_r значениям линий NdIII, и PrIII по данным [12] для данной звезды, а также по данным [16] для χ Psc.

Как показали результаты измерений эквивалентных ширин, полуширин и глубин линий звезды, все эти параметры показывают определенную кратковременную пульсационную переменность по данному периоду. При фазах 0.3 и 0.8 наблюдаются экстремумы этих параметров, которые изменяются от 20% у обычных линий и до 60% у линий пекулярных элементов. Такой же эффект наблюдается по изменению магнитного поля звезды по данным разных авторов: - при фазах 0.4-0.5 одновременно наблюдается и максимум и минимум напряженности поля, в то время как при фазах 0.0, 1.0 не наблюдается изменения поля. По лучевым скоростям, выделяются две группы линий, образованные в красной и в синей части спектра, которые показывают пульсационные колебания в антифазе. По-видимому, такой эффект является дополнительным аргументом к тому, что а) аномальные физические условия на поверхности звезды имеют локализованный характер и основная активность происходит в этих образованиях, б) одновременно с одним и тем же периодом пульсируют активные пятна, расположенные на разных участках поверхности звезды.

Сопоставление полученных изменений спектра и магнитного поля звезды показывают наличие определенной связи между этими параметрами. Удивляет постоянство значения пульсационного периода, которое наблюдается по данным более чем 30-летней давности.

Исходя из вышесказанных результатов, можно сделать следующие выводы:

1. Анализ данных по измерениям V_r значений по разным линиям свидетельствует о существовании пульсационного периода на поверхности звезды γ Equ около основного $P=0.0080 \pm 0.0002$ (~12 минут) и примыкающего к этому значению периода. По лучевым скоростям наблюдаются отдельные группы линий, которые совершают колебания в антифазе.
2. Все спектральные параметры (w_λ , V_r , $\Delta\lambda_{1,2}$, R_λ) показали синхронное изменение с пульсационным периодом, что подтверждает реальность существования осцилляционных процессов как физического явления на поверхности звезды. Наблюдается два экстремума в течение одного пульсационного периода по всем спектральным параметрам звезды.
3. Наибольшую переменность из измеренных линий показывают линии спектральных элементов CrII, причем максимальное изменение наблюдается по параметрам эквивалентной ширины и глубины этой линии.
4. Впервые показано, что магнитное поле звезды совершает пульсационные колебания в интервале ± 350 Гс. Изменения магнитного поля звезды, по данным разных авторов, неплохо согласуются с пульсационным периодом звезды, и свидетельствуют о том, что существует генетическая связь между магнитным полем и осцилляционными процессами в атмосфере звезды.

- [1] *D.W. Stibb.* Montly Notices Roy Astron.Soc., 1950, v.110, p.395.
- [2] *D.W. Kurtz.* IBVS, 1978. № 1436.
- [3] *D.W. Kurtz.* Montly Notices Roy Astron.Soc.,1982. v.200. p.807.
- [4] *D.W. Kurtz.* Ann. Rew. Astron. and Astrophys, 1990, v.28, p.607.
- [5] *D.W. Kurtz.* In Astrophysical Applications of stellar Pulsations, eds.R. Stobie and P.WhiteLock, ASP Conf.Ser.,1995, v.83, p.58.
- [6] *J.M. Matthews.* Publ.Astron.Soc.Pacif.,1991, v.103, p. 5.
- [7] *J.L. Leroy, S. Bagnulo, M. Landolfi, E. Landi Degl'Innocent.* Astron.and Astrophys. 1994, v.284, p.174.
- [8] *P. Martinez, W.W. Weiss, M.J. Nelson, T.J. Kreidl, G.R. Roberts, D.E. Mkrichian, N.I. Dorokhov, T.N. Dorokhova, P.V. Birch.* Montly Notices Roy Astron.Soc. 1996, v.282, p.243.
- [9] *G. Scholtz, G. Hildebrandt, H. Lehmann, Yu.V. Glagolevskij.* Astron.and Astrophys. 1997, v.325, p.529.
- [10] *D.E. Mkrichian, N.N. Samus, S.V. Gorynya, S.V. Antipin, P. North, A.S. Rastorgouev, E.V. Glusukova, M.G. Smekhov, M.E. Sachkov.* IBVS, 1998. №4564.
- [11] *Kannan, A.P. Hatzes.* Astrophys. J., 1998, v.503, p.848.
- [12] *V. Malanushenko, I.S. Savanov, T. Ryabchikova.* IBVS , 1998, №4650.
- [13] *J.M. Matthews, W.H. Wehlau, G.A.H. Walker, S. Yang.* Astrophys.J., 1988, v.324, p.1099.
- [14] *A.H. Hatzes, M. Kurster.* Astron.and Astrophys. 1994, v.285, p.454.
- [15] *Г.А. Галазутдинов.* Препринт САО, 1992. №92.
- [16] *С.Г. Алиев, Н.З. Исмаилов.* Астрон.журн., 2000, т.77, с.837-841.
- [17] *J.D. Scargle.* Astrophys. J., 1982, v.263, p.835.
- [18] *J.H. Horne, S.L. Balinas.* Atrophys.J., 1986, v. 302, p.757.
- [19] *I. Antokhin, J.F. Bertrand, R. Lamontagne, A.F. Moffat.* Astron.J., v. 109, p. 80.
- [20] *W.K. Bonsack, C.A. Pilachowski.* Astrophys.J., 1974, v.190, p. 327.
- [21] *E.F. Borra, J.D. Landstreet.* Astron.J.Suppl.Ser., 1980, v.42, p. 421.
- [22] *H.W. Babcock.* Astrophys.J. Suppl Ser. 1958, v.3, p.141.
- [23] *O. Havnes, P.S. Conti.* Astro.and Astrophys. 1971, v.14, p.1.

S.H. Əliyev, N.Z. İsmayılov

τ ОАР ТІПЛІ γ Equ ULDUZUNUN SPEKTRİNDƏ TEZDƏYİŞMƏ PROSESLƏRİN AXTARIŞI

1999-2000- ci illərdə aparılmış müşahidələr əsasında γ Equ ulduzunun spektrində , FeI, FeII, MgI, MgII, TiII, CrII, H α , H β xətlərinin spektral parametrləri ölçülmüşdür. Alınmış parametrlərin müxtəlif xətlərin spektral parametrləri üçün aparılmış tezlik Furye analizi bir-birinə yaxın olan bir neçə ossilyasiya tezliyinin olmasını aşkar etmişdir. Bunlardan ən ehtimalı 1440 \pm 70 μ Hz (11.57dəq.) tezliyinə uyğun gəlir. Qöstərilmişdir ki, ekvivalent enlər yarımənələr və mərkəzi qalıq intensivliklər əksər xətlər üçün və həm də ulduzun maqnit sahəsi üçün tapılan periodla periodik pulsasion dəyişmələr göstərir.

S.G.Aliev, N.Z.Ismailov

QUICK TIME VARIATIONS IN THE SPECTRUM OF τ ОАР STAR γ Equ

From spectrograms obtained by observations 1999-2000 for the τ ОАР star γ Equ (HD201601) the spectral parameters of lines FeI, FeII, MgI, MgII, TiII, CrII, H α , H β have been measured. The results of frequency analysis on the radial velocity measurements of different lines discovered some close placed mode of frequencies, where more reliable from this corresponding 1440 \pm 70 μ Hz (11.57 min.). It is showed that, equivalent widths, FWHMs, central depths of most lines and strength of magnetic field on the data of different authors are varied with the pulsation period. We supposed that the variability of the magnetic field of the star direct exerts influence on physical processes in the atmosphere of the star.