

# Фотометрические исследования V1432 AqI в 2019 г.

Бакланов А., Бакланова Д.

Крымская астрофизическая обсерватория

## Абстракт

V1432 AqI является уникальным объектом, в своем малочисленном подклассе асинхронных полярнов. Это единственный известный объект данного типа, у которого наблюдаются затмения. Также только у V1432 AqI, среди асинхронных полярнов, период осевого вращения белого карлика больше орбитального периода. В настоящее время в системе происходит процесс синхронизации осевого и орбитального движения белого карлика. В данной работе мы представляем результаты исследования затменного асинхронного полярна V1432 AqI по наблюдениям, полученным в июле-сентябре 2019 г. на 38-см телескопе КрАО. Проведенный анализ позволил уточнить эволюцию осевого вращения белого карлика в системе V1432 AqI.

## Введение

V1432 Орла (RX J1940.1-1025) относится к уникальному подклассу переменных звезд – асинхронным полярнам. На сегодняшний день известно всего 4 таких объекта. Присутствие затмений у V1432 Орла позволяет с большой точностью фотометрически определить значение орбитального периода, который составляет 3.365 часа. Помимо обычных затмений у V1432 Орла, которые обычно обозначались как «дипы» (глубокие узкие «провалы» на кривой блеска), у звезды наблюдаются самозатмения аккреционной колонны с меньшей глубиной и большей шириной. Андронов и др. [3] обнаружили, что аккреция в системе происходит одновременно на 2 полюса, Rana et al. [7] обнаружили, в рентгене три максимума в течении вращательного периода белого карлика.

## Наблюдения

Наблюдения проводились на 38-см телескопе Крымской астрофизической обсерватории с ПЗС-камерой Apogee Alta E47 в V и R фильтрах. Всего было получено 4980 оценок блеска в течение 23 ночей в июле-сентябре 2019 г. На рисунках 1 и 2 приведены кривые изменения блеска V1432 AqI в фильтрах V и R соответственно.

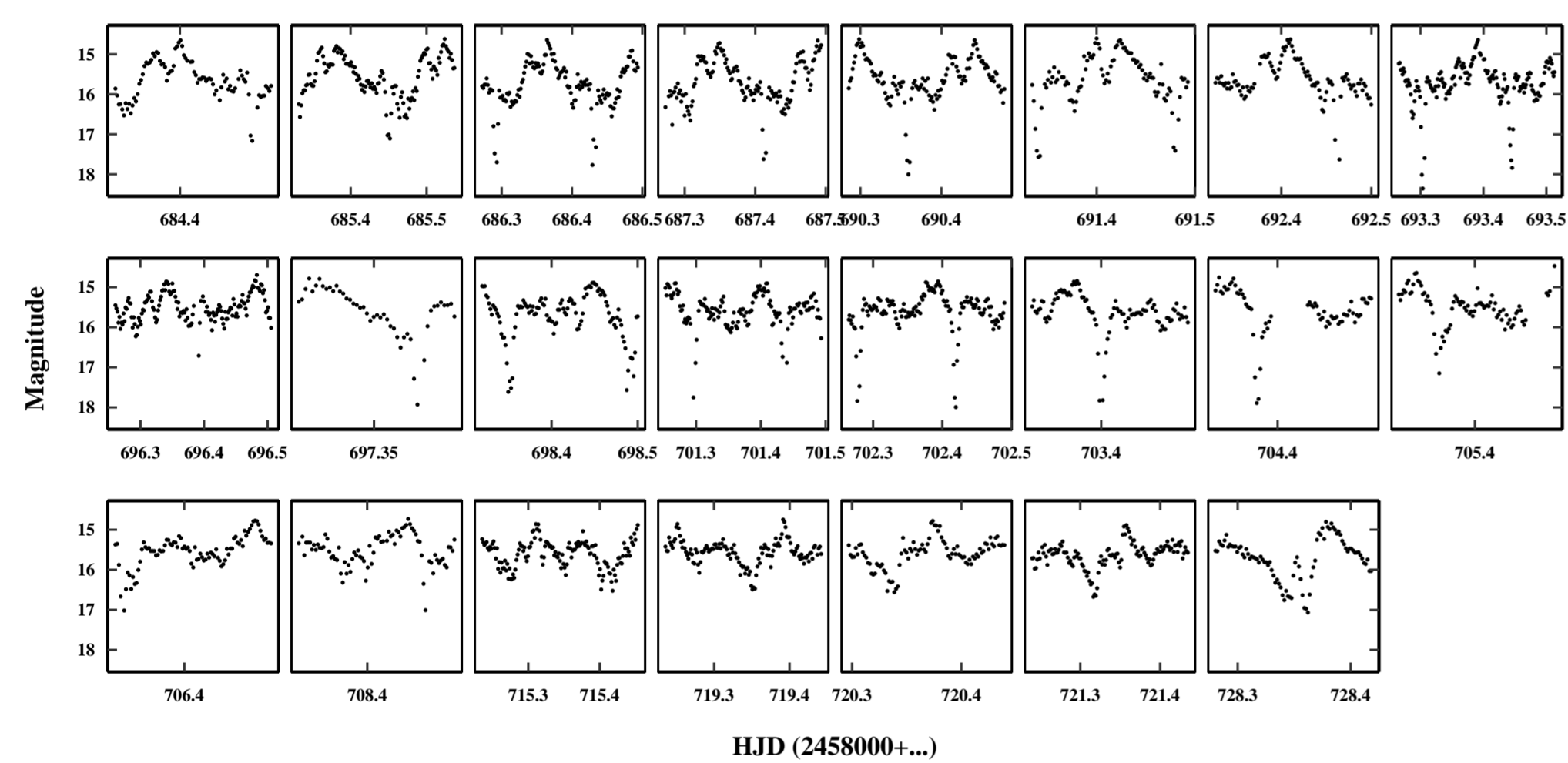


Рис. 1: Кривая изменения блеска V1432 Орла в фильтре V.

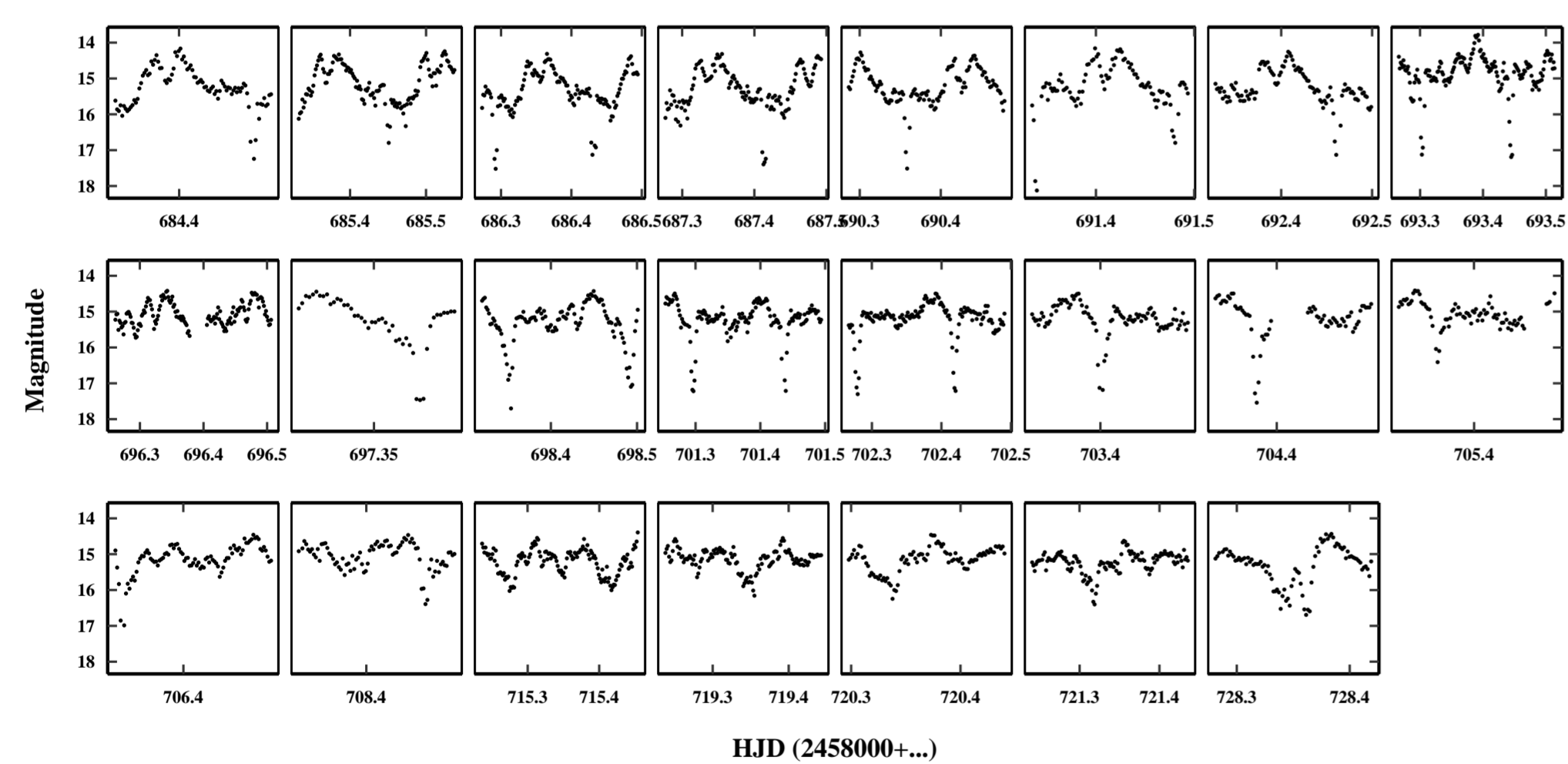


Рис. 2: Кривая изменения блеска V1432 Орла в фильтре R.

## Результаты

На кривой блеска видны минимумы связанные как с затмением в системе, так и с самозатмениями аккреционных колонн. Программой MavkaOM [4] методом асимптотических парабол [1] было определено 177 моментов минимумов с их ошибками. Все моменты минимумов нанесены на диаграмму (O – C) (рис. 3) с использованием эфемериды полученной Littlefield и др. [6]  $2454289.51352(4) + 0.1402347644(18)E$ .

В нашей предыдущей работе [5] мы показали, что, помимо затмений белого карлика, происходящих с орбитальным периодом, в системе наблюдаются как минимум еще 3 типа минимумов приходящихся на разные фазы вращательного движения белого карлика, и которые мы связываем с самозатмением аккреционных колонн у поверхности белого карлика. В этом году нам удалось получить больше наблюдательного материала и определить большее количество минимумов, связанных как с орбитальной, так и вращательной периодичностью белого карлика. Все минимумы на диаграмме (O – C) мы разделили на несколько групп, которые, как мы предполагаем, связаны затмением белого карлика, либо с самозатмением одной из аккреционных структур.

1-ая группа минимумов «затмение» параллельна оси абсцисс и соответствует орбитальной периодичности, и связана с затмениями белого карлика в системе. Значения (O – C) данного типа минимумов систематически отличаются от нуля. Среднее значение (O – C) составляет  $0.9825 \pm 0.0006$ , что свидетельствует о том, что орбитальная эфемериды Littlefield и др. требует уточнения.

## Результаты

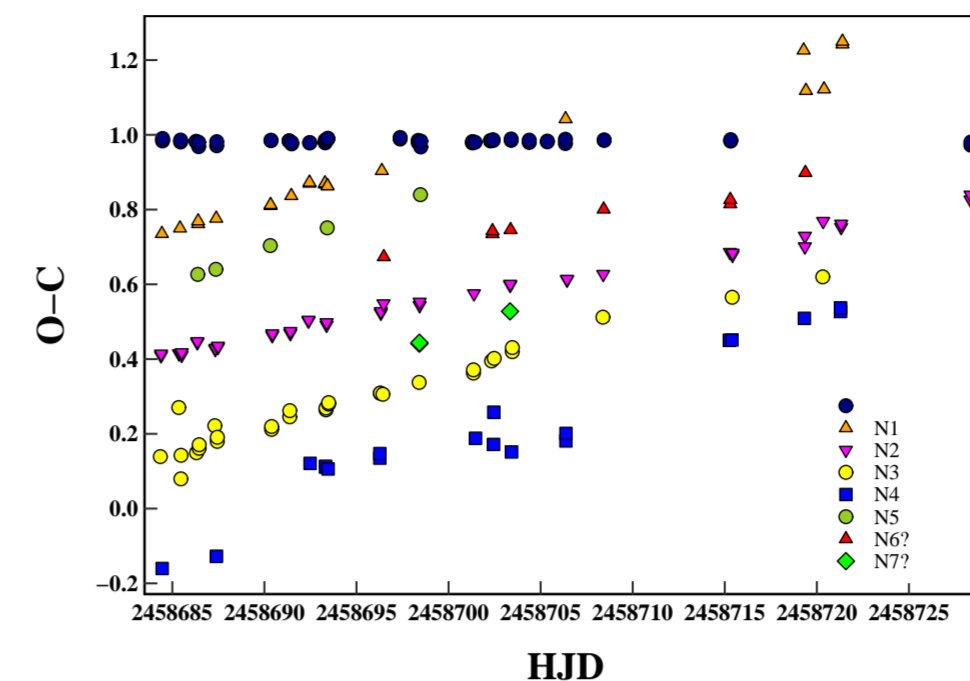


Рис. 3: Диаграмма (O – C) моментов минимумов.

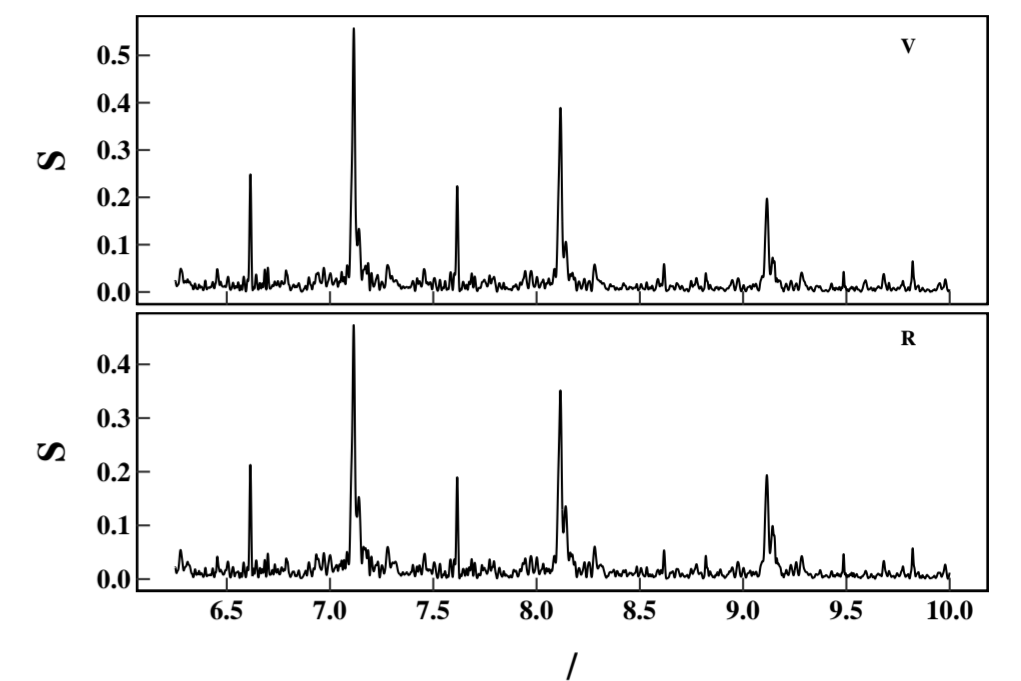


Рис. 4: Периодограмма внезатменной части кривой блеска в V и R фильтрах.

2-я (N1), 4-я (N3) и 5-я (N4) группа минимумов – расположены под углом к первой группе, и их период несколько больше орбитального периода. Мы связываем эти группы минимумов с самозатмением разных аккреционных колонн. 4-я (N3) и 5-я (N4) смещены относительно второй группы на 0.6 и 0.8 орбитального периода соответственно.

3-я группа минимумов (N2) так же расположена под углом к первой группе и смещена относительно второй группы на  $\sim 0.35$  орбитального периода в начале диаграммы, и постепенно увеличивается до  $\sim 0.45$  в конце. Мы связываем эту группу минимумов с самозатмением второй аккреционной структуры. Хорошо заметно, что угол наклона у данной группы минимумов несколько меньше, чем у остальных выделенных нами групп (N1, N3 и N4), которые мы связываем с самозатмениями аккреционных структур. Кроме того, это самая многочисленная группа минимумов, не связанная с орбитальным движением.

6-я, 7-я и 8-я группы минимумов (N5 – N7) менее многочисленны, но тоже расположены под углом к первой группе, и могут быть связаны как с самозатмением отдельных аккреционных колонн, так и с самозатмением частей колонн других групп минимумов.

**Орбитальная переменность.** Так как первый тип минимумов на диаграмме (O – C) систематически отличается от 0 то эфемериды [6], требует уточнения, однако для её уточнения одного сезона наших наблюдений недостаточно. Мы планируем в дальнейшем уточнить орбитальную эфемериду, с использованием как оригинальных наблюдений, так и литературных данных. Орбитальная фазовая кривая блеска приведена на рисунке 5.

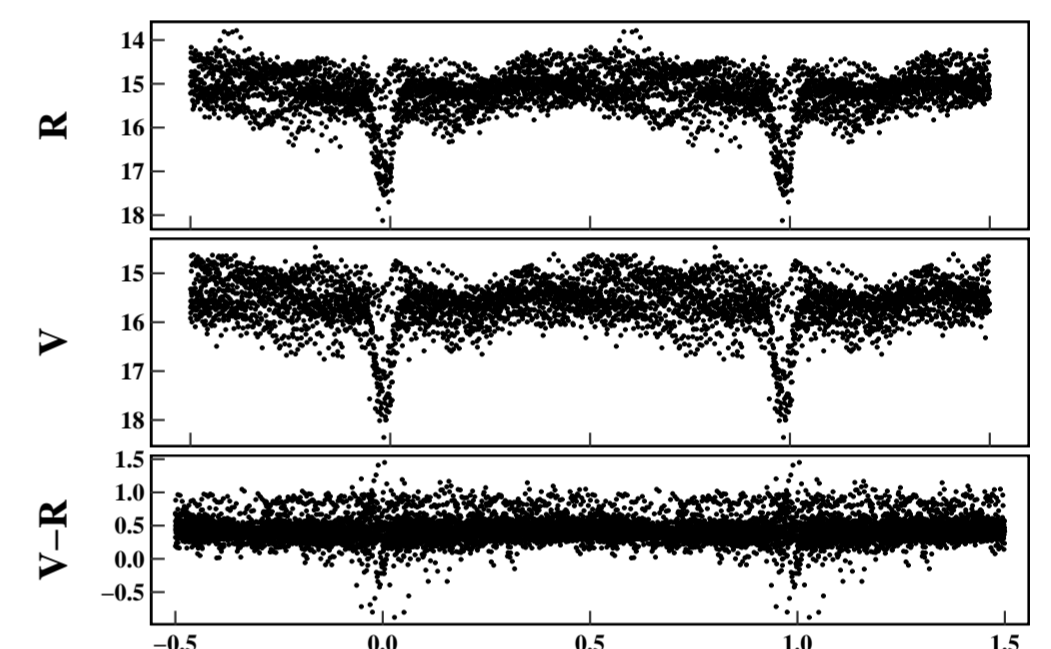


Рис. 5: Орбитальная фазовая кривая блеска. Верхняя панель – в фильтре V, средняя панель – в фильтре R, нижняя панель – показатель цвета V – R.

**Вращательный период белого карлика.** Для уточнения переменности связанной с вращением белого карлика в системе, мы из наших наблюдений удалили моменты времени приходящиеся на затмения, и по внезатменной части провели периодограммный анализ программой msv [2]. Результаты периодограмм представлены на рисунке 4.

Максимумы периодограмм приходятся на 0.140545(3) и 0.140555(3) дней для наблюдений в фильтре V и R соответственно.

Значения периодов были уточнены методом дифференциальных поправок [1]. Также были определены периоды вращения групп минимумов (N1 – N4), которые мы связываем с самозатмениями аккреционных структур. Полученные периоды приведены в таблице 1.

Тип группы минимумов	Кол-во минимумов	Период
N1	21	0.140480(10)
N2	41	0.140417(3)
N3	34	0.140518(16)
N4	19	0.140567(23)
Усреднённый период		0.140496(31)
Усреднённый период, без N2		0.140522(25)

Особый интерес вызывает группа минимумов N2 (и возможно N6). Наклон этой группы минимумов значительно отличается от наклона остальных групп. Самозатмения данной аккреционной структуры N2 происходят с меньшим периодом. Возможно, это происходит из-за прокручивания аккреционной структуры N2 по поверхности белого карлика (например вдоль магнитного экватора), либо аккреционная структура N2 затмевается на некотором расстоянии от поверхности белого карлика. Данный вопрос возможно удастся прояснить, если получится отнаблюдать полный период биения орбитального и вращательного периода белого карлика.

## Заключение

Наши исследования подтверждают сложную структуру аккреционного потока у V1432 AqI. Показано, что в системе одновременно может происходить самозатмение не менее четырех аккреционных колонн. Получены значения периода вращения синхронизирующегося белого карлика в системе по моментам экстремумов и периодограммным анализом. Полученные значения периода вращения белого карлика значительно отличаются, что говорит о сложной и переменной структуре аккреционного потока в системе.

## Литература

- [1] I. L. Andronov. *OAP*, 7:49, 1994.
- [2] I. L. Andronov and A. V. Baklanov. *AstSR*, 5(1–2):264–272, 2004.
- [3] I. L. Andronov and A. V. Baklanov. *Astrophysics*, 50(1):105–124, 2007.
- [4] K. D. Andrych et al. *OAP*, 30:57, 2017.
- [5] A. Baklanov and D. Baklanova. *CoSka*, 49(2):341–345, May 2019.
- [6] C. Littlefield et al. *MNRAS*, 449:3107–3120, 2015.
- [7] V. R. Rana et al. *ApJ*, 625:351, 2005.