

МГУ имени М.В. Ломоносова

Государственный астрономический институт имени П.К.Штернберга

№ госрегистрации
115021270023

УТВЕРЖДАЮ
Директор/декан

«__» _____ Г.

УДК

524.352 Сверхновые звезды

524.33 Переменные звезды. Физические переменные

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Физика и эволюция звезд

по теме:

Изучение переменных звезд. Составление Общего каталога переменных
звезд.

(промежуточный)

Зам. директора/декана
по научной работе

«__» _____ Г.

Руководитель темы
Самусь Н.Н.

«__» _____ Г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы:

ведущий научный сотрудник,
доктор физико-математических наук,
профессор по специальности

_____ (Самусь Н.Н.)

Исполнители темы:

ученый секретарь, кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник,
кандидат физико-математических наук

_____ (Антипин С.В.)

_____ (Волков И.М.)

старший научный сотрудник,
кандидат физико-математических наук

_____ (Галкина М.П.)

_____ (Горанский В.П.)

ведущий специалист

_____ (Денисенко Д.В.)

научный сотрудник

_____ (Дурлевич О.В.)

научный сотрудник

_____ (Жарова А.В.)

специалист

_____ (Зубарева А.М.)

старший научный сотрудник,
кандидат физико-математических наук

_____ (Кравцов В.В.)

научный сотрудник, кандидат физико-математических наук

_____ (Крылов А.В.)

ведущий специалист, кандидат физико-математических наук

_____ (Магницкий А.К.)

научный сотрудник

_____ (Метлова Н.В.)

ведущий специалист, кандидат физико-математических наук

_____ (Соколовский К.В.)

ведущий специалист

_____ (Хруслов А.В.)

РЕФЕРАТ

Ключевые слова:

исследование изменений блеска звезд, фотометрия звезд, переменные звезды, звезды, каталогизация звезд, классификация переменных звезд

Ключевые слова по-английски:

stellar photometry, variable stars, star catalogues, classification of variable stars, stars, studies of stellar brightness variations

Работы по составлению Общего каталога переменных звезд (ОКПЗ), начатые в СССР в 1946 г. по поручению Международного астрономического союза и продолженные в Российской Федерации (в ГАИШ МГУ и Институте астрономии РАН) предполагают отслеживание публикаций об открытии и исследовании переменных звезд в мировой астрономической литературе, совершенствование системы классификации переменных звезд, разработанной для ОКПЗ, определение типа переменности новых переменных звезд, составление Списков обозначений и новых изданий ОКПЗ с привлечением как собственных фотометрических и спектральных наблюдений, так и доступных данных автоматических фотометрических обзоров. Мы выполняем также собственные исследования переменных звезд по новым спектральным и фотометрическим наблюдениям. Важным элементом работы над ОКПЗ является предоставление информации каталога пользователям через систематически пополняемый сайт ОКПЗ.

ВВЕДЕНИЕ

В 2017 г. исследования переменных звезд в нашем коллективе были успешно продолжены. Завершается работа по подготовке 82-го списка обозначений переменных звезд. Описаны принципы нового, чисто электронного, 5-го издания Общего каталога переменных звезд (ОКПЗ). В связи с переходом на этап пятого издания внесены кардинальные изменения в формат и наполнение базы данных. Проведен детальный сравнительный анализ эффективности алгоритмов поиска переменных звезд на основе рядов фотометрических данных. Члены коллектива провели подробные фотометрические исследования большого числа переменных звезд, важных для современной астрофизики. Сайт ОКПЗ широко использовали астрономы всего мира.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Завершается работа по подготовке 82-го списка обозначений переменных звезд. Составлены все таблицы Списка в полном формате Общего каталога переменных звезд (ОКПЗ). Список содержит около 3200 новых переменных звезд, впервые включаемых в систему ОКПЗ. Фотометрические исследования около 50% звезд списка проведены составителями Списка обозначений с использованием доступных в Интернете массовых фотометрических обзоров. В работе участвуют сотрудники ИНАСАН Е.В. Казаровец, Н.Н. Киреева и Е.Н. Пастухова, сотрудники ГАИШ О.В. Дурлевич, Н.Н. Самусь, А.В. Хруслов. Полная ревизия данных об объектах ОКПЗ завершена для созвездия Кассиопеи (1307 звезд), Центавра (1412 звезд), Хамелеона (240 звезд) и практически завершена для созвездия Цефея (1018 звезд) (Н.Н. Самусь, Е.Н. Пастухова). Полностью ревизованы также данные (координаты, идентификации, по возможности - фотометрическая и спектральная информация) для 1300 звезд, входящих в Каталог звезд, заподозренных в переменности блеска (каталог NSV) (Е.В. Казаровец, при участии А.В. Хрусова). В результате 760 звезд каталога NSV отобраны для включения в 82-й Список обозначений. Опубликована статья, описывающая принципы нового, чисто электронного, 5-го издания ОКПЗ (Н.Н. Самусь, О.В. Дурлевич, сотрудники ИНАСАН Е.В. Казаровец, Е.Н. Пастухова, Н.Н. Киреева и др.). База данных ОКПЗ остается ресурсом с большим числом обращений из России и из-за рубежа (около 13000 в 2017 г., из них 15 процентов из США, 13.5 процентов - из Японии, 10 процентов - из России). В 2017 г. в базу данных внесено около 13000 изменений, связанных с систематической работой над 5-м изданием ОКПЗ и найденными неточностями. В связи с переходом на этап пятого издания внесены кардинальные изменения в формат и наполнение базы данных.

Совместно с астрономами Чили и США (группа К. Пичары) продолжено сравнение результатов классификации переменных звезд, открытых по программе сканирования фототеки ГАИШ МГУ, проведенной московским коллективом исследователей переменных звезд традиционными методами и выполненной группой Пичары на основе автоматического самообучающегося алгоритма. Несмотря на хорошее согласие в большинстве случаев, выявлены неприятные расхождения для ряд звезд, в том числе представляющих астрофизический интерес. Ведется работа над усовершенствованным вариантом автоматической классификации. Сделан доклад на конференции ВАК-2017, сдана в печать статья, в которую включены результаты поиска новых переменных звезд по сканам поля 104 Геркулеса (открыто 275 новых переменных звезд). Продолжено сканирование астронегативов фототеки ГАИШ по программам открытия новых переменных звезд, поиска переменных в туманности Андромеды (около 1200 сканов негативов М31), изучения возможностей астрометрического использования сканов. Сделан доклад на конференции «Современная астрометрия», готовится статья (С.В. Антипин, А.В. Жарова, Н.Н. Самусь, К.В. Соколовский, совместно с сотрудником ИНАСАН Д.М. Колесниковой и сотрудниками отдела астрометрии А.К. Дамбисом и др.).

Н.Н. Самусь, совместно с Е.Н. Пастуховой (ИНАСАН), принял участие в международном исследовании уникальной переменной звезды КIC 8462852 (звезда Бояджян), показывающей «затмения» весьма сложной структуры,

по архивным фотопластинкам. Исследовались пластинки зоннебергской коллекции (в режиме дистанционного доступа) и московской фототеки. Не подтверждены значимые изменения среднего блеска звезды в течение XX века. Опубликовано статья в *Astrophysical Journal*.

К.В. Соколовский, С.В. Антипин, Н.Н. Самусь, А.М. Зубарева, с российскими и зарубежными соавторами, провели детальный сравнительный анализ эффективности алгоритмов поиска переменных звезд на основе рядов фотометрических данных. Применение комплекса алгоритмов позволило обнаружить 124 новых переменных звезды. Опубликовано статья.

В.П. Горанский и Н.В. Метлова, совместно с сотрудниками САО РАН и других российских и зарубежных астрономических учреждений, опубликовали итоги 18-летних наблюдений В[e]-звезды CI Cam, ранее (см. отчет 2016 г.) представленные в виде доклада. Результат включен в список важнейших достижений САО РАН за 2017 год.

В.П. Горанским с января 2017 г. ведутся наблюдения уникального транзита AT2017be в галактике NGC 2537. По наблюдениям на новом 2.5-м телескопе КГО с камерой ASTRONIRCAM найдено, что объект ярк в инфракрасных лучах. Получены спектры на БТА. Продолжаются фотометрические и спектральные наблюдения классической новой V612 Sct = ASASSN-17hx и нескольких классических новых, прошедших фазу сверхмягкого источника. Получена новая фотометрия и спектроскопия красных новых V838 Mon и V4332 Sgr. Уже 2 года продолжают наблюдения транзита Gaia16aye, связанного с гравитационным линзированием удаленного красного гиганта двойной системой. Получены фотометрические наблюдения и спектры рентгеновских систем SS 433, Cyg X-1, Cyg X-2, Ser X-4, MWC 656, V4641 Sgr, BQ Cam, CI Cam и многих других интересных переменных звезд. Синоптическими наблюдениями SS 433 в 2017 г. прослежено 2 прецессионных периода. Получены спектральные и фотометрические наблюдения симбиотической системы V694 Mon во вспышке.

И.М. Волков проводил фотометрические ПЗС-наблюдения в Крымской астрофизической обсерватории (Симеизская станция) на телескопах Цейсс-1000 (BVRcIc) и Цейсс-600 (UBVRIRc). Для Цейсс-600 введено в строй новое автоматическое колесо фильтров разработки И.М. Волкова. Повышена светонепроницаемость прибора, что устранило проблемы с паразитной засветкой при наблюдении в ультрафиолетовом диапазоне. Получено 74 400 ПЗС-кадров, пригодных к измерению. Также проводились измерения на UVV-фотометре с фотоумножителем, который был доработан для наблюдений в ближнем инфракрасном диапазоне ярких объектов (около 600 измерений). Выявлены проблемы с фотометрией нескольких стандартных звезд из списков Ландольта.

Обнаружено быстрое апсидальное вращение в двух разделенных затменных системах. В других двух системах, V961 Ser и GSC 3612 1565, также получены интересные результаты. Период третьего тела для V961 Ser равен 24 годам, а его масса больше 0.72 солнечных. Полученное решение кривой блеска накладывает ограничение сверху на массу этой звезды и позволяет оценить наклон орбиты третьего тела к лучу зрения. Для GSC 3612 1565 найден период 11 лет, а масса третьего тела составляет 49 масс Юпитера при условии компланарности орбит. Точность определения моментов минимумов в наблюдениях И.М. Волкова достигла 10 секунд при периодах двойных звезд в 4-10 суток. По-видимому, это рекордная точность для данного

метода.

И.М. Волковым проведены фотометрические наблюдения сверхновых звезд в галактиках UGC5198, NGC4793, UGC11868, NGC7316, NGC5541, NGC6946, NGC3938, NGC3191. Проведен мониторинг в течение 10 ночей бывшей новой V2659 Cyg с целью поиска периода. Фотометрические наблюдения И.М. Волкова, без использования спектрографа, показали, что звезда находится в небулярной стадии и ее переменность за счет двойственности объекта незначительна. Проведены также наблюдения Новой Щита 2017 = V605 Sct. Построена кривая блеска во всех оптических фотометрических полосах, сделан доклад на конференции.

И.М. Волковым продолжены наблюдения рентгеновской переменной HZ Her (мониторинг в течение 32 ночей, 11 тысяч измерений). Прецессионный период разбит по фазе на 20 интервалов, для которых построены орбитальные кривые блеска. Выяснен характер перехода объекта в стадию поярчания, что потребовало изменения модели объекта (совместно с Н.И. Шакуркой и Д.А. Колесниковым). Продолжены наблюдения микроквара SS433 = V1343 Aql. Ведется работа по подготовке аппаратуры для наблюдений объекта в ультрафиолете.

И.М. Волковым продолжена обработка научного архива Ван Оутена (С. J. van Houten), содержащего фотометрические наблюдения в системе Вальравена на Южном небе. С привлечением наблюдений на автоматическом телескопе FRAM в Аргентине изучены четыре тесные двойные системы - RW CrA, AQ Tuc, V646 Cen, DX Vel. В системах DX Vel и RW CrA обнаружены невидимые компоненты, получены физические характеристики всех звезд-компонентов, построены орбиты третьих тел. В системе V646 Cen открыто изменение периода, которое удалось объяснить переносом вещества с вторичного компонента на главный, измерен темп аккреции. Результаты опубликованы. У тесной двойной системы AQ Tuc обнаружен эффект О'Коннела второго рода, построить точную модель пока не удастся. Для тесной двойной системы V2247 Cyg методом Вильсона-Девине построена непротиворечивая модель, готовится статья совместно с М.А. Бурлак и Н.П. Иконниковой.

Д.В. Денисенко продолжил исследования транзиентных оптических явлений, опубликовано три заметки в циркулярах для срочных сообщений.

На Южной станции МГУ на телескопе Цейсс-2 А.В. Жарова продолжила ПЗС-наблюдения переменных звёзд в двойных системах, содержащих компактные компоненты (рентгеновских транзиентов V490 Ser, BQ Cam, CI Cam; пекулярных новых V838 Mon и V4332 Sgr, микроквара SS433 = V1343 Aql, голубых сверхгигантов - переменных звезд типа S Dor в галактике M33 (V532, V268, Ha7, Ha19), наблюдения вспышек катаклизмических переменных.

А.К. Магницкий в течение 3 месяцев, с сентября по ноябрь 2017 г., проводил на Майданакской обсерватории мониторинговые наблюдения 40 звезд, подобных Солнцу, в 9 площадках в звездном скоплении Плеяды. Получено около 15000 ПЗС-фреймов в фильтрах В, V, Ic. Выполнена подготовка к наблюдениям механической части третьего (дополнительно к двум используемым) телескопа Цейсс-600 Майданакской обсерватории. В течение года проводились также текущий ремонт и профилактическое обслуживание 70-см телескопа АЗТ-2 обсерватории ГАИШ МГУ на Воробьевых Горах.

А.В. Хруслов, с соавторами из Казахстана, выполнил фотометрическое

исследование звезды GSC 1374-01131, переменной типа Дельта Щита с высокой амплитудой в затменной системе, в полосах В, V и R системы Джонсона. Уточнены параметры затменной и пульсационной переменности. Опубликована статья, сделан доклад на конференции.

А.В. Хруслов обнаружил изменение моды пульсаций переменной типа RR Лиры USNO-B1.0 1171-0309158. Ранее звезда пульсировала в основном тоне и первом оберitone. В самое последнее время пульсации в первом оберitone прекратились, а амплитуда основной моды сильно возросла, в результате чего переменная сменила тип RR(B) на тип RRAB. Изменение характера пульсаций выявлено по оригинальным ПЗС-наблюдениям и подтверждено новыми данными Catalina Surveys. Это шестой случай подобного рода изменений, обнаруженный у звезд типа RR Лиры. Статья принята к печати в Acta Astronomica.

В.В. Кравцов, в соавторстве с Л.Н. Бердниковым, А.Ю. Князевым и А.К. Дамбисом, провел фотометрическое исследование цефеиды ASAS 160125-5150.3 с периодом около 5 суток. Звезда оказалась второй (после V473 Лиры) цефеидой нашей Галактики с эффектом Блажко. Определен период эффекта Блажко (1242 дня). В.В. Кравцов, в соавторстве с Л.Н. Бердниковым, А.Ю. Князевым, А.К. Дамбисом, а также Е.Н. Пастуховой (ИНАСАН), изучил также изменения периода DU Единорога, переменной типа RR Лиры с эффектом Блажко. Опубликованы две статьи.

В.В. Кравцов продолжил исследования радиальных градиентов содержания химических элементов в шаровых скоплениях Галактики. Детальное исследование этого эффекта в шаровом скоплении NGC 3201 опубликовано в Astronomical Journal.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большое число публикаций, в том числе в ведущих международных изданиях, интересные результаты позволяют коллективу исследователей переменных звезд ГАИШ МГУ считать свою работу в отчетном году достаточно результативной и эффективной. Нам представляется важным наметившееся сотрудничество с отделом астрометрии ГАИШ МГУ, на основе которого в 2018 году могут быть получены новые интересные результаты. Коллектив предполагает продолжить свою нацеленность на наблюдательные исследования переменных звезд, опирающиеся как на телескопы ГАИШ МГУ в Крыму и на Северном Кавказе, так и на телескопы других обсерваторий России и мира (Симеиз, САО РАН, Татранска Ломница и др.). Ревизия данных ОКПЗ в рамках перехода на новое, пятое, чисто электронное издание также происходила достаточно интенсивно, она выполнена для сложного, богатого переменными звездами созвездия Цефея.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Объем финансирования темы в 2017 году
Таблица А.1

Источник финанси- рования	Объем (руб.)	
	Получено	Освоено собственными силами