

СТЕНОГРАММА

заседания диссертационного совета 24.1.212.01

протокол N 11 от 02 декабря 2024 г.

Председатель: доктор физ.-мат. наук,
профессор, академик РАН
Балега Юрий Юрьевич

Учёный секретарь: кандидат физ.-мат. наук
Шолухова Ольга Николаевна

Состав совета – 13 человек, присутствуют – 12:

д.ф.-м.н., академик РАН, Балега Ю. Ю. 01.03.02

д.ф.-м.н., Клочкова В.Г. 01.03.02

к.ф.-м.н., Шолухова О.Н. 01.03.02

д.ф.-м.н., Васильев Е.О. 01.03.02

д.ф.-м.н., Глаголевский Ю.В. 01.03.02

д.ф.-м.н., Караченцев И.Д. 01.03.02

д.ф.-м.н., Макаров Д.И. 01.03.02

д.ф.-м.н., Моисеев А.В. 01.03.02

д.ф.-м.н., Панчук В.Е. 01.03.02

д.ф.-м.н., Романюк И.И. 01.03.02

д.ф.-м.н., Трушкин С.А. 01.03.02

д.ф.-м.н., Сачков М.Е. 01.03.02

Председатель:

Коллеги, нам сейчас предстоит заслушать доклад Маргариты Игоревны Маричевой: «Исследование спектров суммарного излучения звездных скоплений нашей и других галактик», по диссертации, которая выдвигается на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук. Работа выполнена у нас в Специальной астрофизической обсерватории. Научный руководитель Шарина Маргарита Евгеньевна, кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник. Официальные оппоненты два. Антон Федорович Селезнев, доктор физ.-мат. наук, это Коуровская астрофизическая обсерватория Уральского Федерального Университета и Гульнара Мирсатовна Каратаева, кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры астрофизики СПбГУ. Ведущая организация та же Казанский Приволжский Федеральный Университет. Так, прошу. Что у нас по документам?

Секретарь:

С документами у нас все в порядке. Экзамены сданы на хорошо и отлично.

Председатель:

Ну тогда, Вам, соискатель 20 минуты, пожалуйста.

Маричева М.И.:

Хорошо, спасибо. Добрый день. Целью исследования является детальное изучение свойств звездного населения шаровых скоплений наших и других галактик с использованием спектров и суммарного излучения. Для этого решались следующие задачи. Определение и сравнительный анализ следующих фундаментальных параметров галактических и внегалактических шаровых скоплений, такие как химический состав, возраст и удельное содержание гелия. Второе, сравнение подобранных по спектру суммарного излучения изохрон звездной эволюции с наблюдаемыми CMD скоплений, и также сравнение полученных параметров скоплений с таковыми у детально изученных в литературе звезд и шаровых скоплений разных подсистем нашей Галактики.

Анализ спектра суммарного излучения является одним из эффективных инструментов определения основных параметров шаровых скоплений и способствует решению таких актуальных проблем, как разделение влияния возраста и металличности на наблюдаемые характеристики скоплений и также учет влияния свойств звезд горизонтальной ветви на результаты оценки возрастов скоплений.

Изучение свойств звездных населений шаровых скоплений важно для изучения эволюции их родительских галактик, и также важно исследовать, как изменения в содержаниях элементов в процессе эволюции скоплений влияют на свойства их суммарного излучения. Исследование влияния свойств горизонтальной ветви на профили бальмеровских линии в спектре скоплений, способствует изучению связи между свойствами горизонтальной

ветки и масштабами вариации удельного содержания гелия и содержаний легких элементов, связь между этими параметрами.

Структура работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Основной метод определения параметров описан в работе Шариной и соавторов 2020 года и заключается в сравнении наблюдаемых суммарных спектров скоплений и синтетических спектров. Для расчета синтетических спектров необходим химический состав и теоретические изохроны звездной эволюции. Синтетические спектры отдельных звезд рассчитываются в приближении ЛТР и складываются в суммарный спектр согласно заданной функции масс. В работе мы использовали два типа изохрон – это из работы Bertelli et al. 2008 и работы Pietrinferni et al. 2004.

Возраст и удельное содержание гелия для объектов исследования определяются параметрами изохроны звездной эволюции, которая использовалась для расчета синтетического спектра. Содержания элементов определяются путем вариации содержаний до наилучшего согласования между наблюдаемыми и модельными профилями спектральных особенностей, связанных с теми или иными элементами.

Для оптимизации процессов подбора теоретических изохрон звездной эволюции была реализована программа, которая позволяет выполнять минимизацию отклонений между модельным спектром из заранее рассчитанной сетки и нормированным к нему наблюдаемым спектром скопления. На графике приводятся результаты симуляции Монте-Карло на зашумленных модельных спектрах. Приводятся параметры, используемые для расчета спектра изохроны и дисперсия полученных параметров.

Также для работы со спектрами разного спектрального разрешения в 80-х годах прошлого столетия было введено понятие спектрального индекса, аналогичного понятию эквивалентной ширины. Спектральный индекс характеризуется полосой пропускания абсорбционного индекса и окружен синий и красной полосами определения континуума.

Применение различных пар индексов позволяет разделять эффекты влияния возраста и металличности на суммарные спектры скоплений, поскольку индексы, центрированные на водородные линии, будут связаны, по большей части, с возрастом, а индексы металлов и молекул будут характеризоваться интенсивностью этих спектральных особенностей.

Во второй главе приведен анализ спектров суммарного излучения восьми внегалактических шаровых скоплений очень низкой металличности. Металличность объекта ниже или равна -2 dex. Такие объекты редки, как в нашей, так и других галактиках. В таблице перечисляются исследуемые скопления и приводятся полученные в исследование основные параметры этих объектов.

Также проведено следующее исследование. В ряде исследований показано, что определение возраста старых шаровых скоплений по спектрам их суммарного излучения связано с проблемой учета излучения звезд горизонтальной ветви. И для исследования этого эффекта и возможного

влияния на наши результаты, было выполнено следующее исследование. Были измерены глубины и ширина на половине интенсивности водородных линий серии бальмера в синтетических спектрах скоплений очень низкой металличности. При включении в суммарный спектр звезд стадии горизонтальной ветви глубина и ширина бальмеровских линий меняется не монотонно, в отличие от случаев учета более ранних стадий эволюции до горизонтальной ветви. Такое немонотонное изменение связано с тем, что светимость и температура звезд горизонтальной ветви немонотонно меняются с возрастом и по-разному для разных содержаний гелия. И можно сделать вывод о том, что недооценка вклада звезд горизонтальной ветви в суммарный спектр шаровых скоплений может приводить к недооценке возраста шаровых скоплений.

Выполнено сравнение изохрон подобранных при моделировании спектров для двух скоплений Vol317 и H3 с данными звездной фотометрии из литературы. В целом, видно из графиков разумное согласие моделей и наблюдаемых распределений звезд. Также видно, что скопление имеет протяженные горизонтальные ветви голубые. В таблице приводятся значения избытков цвета и модулей расстояния, которые использовались для сопоставления моделей и наблюдаемых CMD.

Так же выполнено сравнение полученных содержания химических элементов с таковыми у шаровых скоплений M31 и звезд поля нашей Галактики. Для содержания Ca, Ti, C, Cr наблюдается хорошее разумное согласие. Также видно, что почти все объекты выборки за исключением двух показывают низкое содержание Mg по сравнению со звездами поля Галактики, что говорит о том, что в данных скоплениях присутствуют звезды, обедненные магнием, и, вероятно, присутствуют множественные звездные населения.

В главе 3 приведено исследование спектров 4 ярких шаровых скоплений M31, расположенных в проекции между M31 и ее спутником – эллиптической карликовой галактикой NGC 205. Общей особенностью скоплений выборки — старый возраст и промежуточная металличность. Скопления перечисляются в таблице, приводятся их основные параметры. Также нужно отметить, что в целом скопления шаровые в этой области показывают большие различия по металличностям и лучевым скоростям. Также нужно отметить, что возрасты шаровых скопления в NGC 205 также имеют большую дисперсию по возрастам от 4 до 11 млрд лет. И в целом можно заключить, что по полученным в данной работе результатам сложно судить о принадлежности скоплений выборки галактике NGC 205.

Также для скоплений Vol6 и Vol45 в литературе имелись данные звездной фотометрии, и было выполнено сравнение полученных при анализе спектров изохрон с наблюдаемыми CMD. По CMD видно, что глубина звездной фотометрии ниже горизонтальные ветви примерно на одну звездную величину. Отсюда можно с осторожностью утверждать, что скопления имеют красные горизонтальные ветви. В таблице приводятся

результаты работы с результатами звездной фотометрии. Приводятся полученные значения металличности, избытков цвета и модулей расстояния.

Также выполнено сравнение полученных содержаний химических элементов с содержаниями для шаровых скоплений в М31 и звездами поля Галактики. Различия в содержаниях углерода между объектами выборки и соответствующими значениями из работы Sakari et al. 2016 связано с изменением химического состава звезд в процессе эволюции, поскольку Sakari et al. 2016 в своей работе использовали инфракрасный диапазон, который в основном чувствителен к звездам ветви красных гигантов, в отличие от используемых в этой работе спектров, которые включают излучение от всех стадий эволюции звезд. Отличие в содержании Ca, Mg и Ti может быть связано с различиями в применяемых методиках. И также нужно отметить, что полученные содержание элементов α – процесса объектов исследования соответствует таковому для звезд внутреннего гало галактики на данном расстоянии от центра М31 по результатам из работы Gilbert et al. 2020.

В главе 4 приводятся результаты исследования спектров суммарного излучения восьми галактических шаровых скоплений низкой поверхностной яркости и звездной плотности. На рисунках приводятся способы расстановки щелей при наблюдениях. Для отбора звезд, входящих в суммарный спектр скоплений, рассматривалось их положение на CMD, а также определялись параметры T_{eff} и $\log g$ по спектрам отдельных звезд.

Для объектов определялись возраст, металличность и примерное содержание элементов α -процесса ($[\alpha/\text{Fe}]$). Для этого в спектрах измерялись значения Ликских абсорбционных индексов, которые сравнивались с Ликскими индексами ярких Галактических шаровых скоплений и модельными Ликскими индексами. Также выполнялось попиксельное сравнение спектров суммарного излучения объектов со спектрами для ярких Галактических шаровых скоплений.

Строились диагностические диаграммы, которые позволяют сравнивать различные пары индексов, измеренные для объектов исследования с модельными индексами и индексами для Галактических скоплений. Модели содержат Ликские индексы, рассчитанные для разных возрастов, металличностей и содержаний элементов α -процесса. Для объектов исследования подбирались Галактические скопления-аналоги по сходству Ликских индексов.

Из анализа литературы получен вывод, что скопления-аналоги и исследуемые скопления соответствуют друг другу не только по возрасту и химическому составу, но также, как правило, принадлежат одним и тем же Галактическим подсистемам. Также нужно отметить, что для скопления Pal1 не удалось уверенно подобрать скопление-аналог, и что не противоречит выводу о возможном внегалактическом происхождении этого скопления.

Здесь в таблице приводятся результаты, полученные для объектов исследования, и также приводятся результаты для скоплений-аналогов.

Собственно, здесь перечисляются основные результаты. Я не буду их говорить, поскольку они уже были сказаны.

Далее, научная новизна исследования. Выполнен анализ наблюдательных данных, полученных на БТА и телескопе обсерватории Верхнего Прованса, результаты для которых ранее не публиковались. Впервые представлены параметры звезд горизонтальной ветви для всех внегалактических шаровых скоплений выборки. Впервые получены оценки возрастов для скоплений Vol20, Vol50 и C39. Для ряда скоплений впервые получены содержание некоторых химических элементов. И впервые представлен анализ спектров суммарного излучения восьми Галактических скоплений низкой поверхностной яркости, определены значения их абсорбционных индексов, оценки возрастов, металличности и средние значения содержания $[\alpha/\text{Fe}]$.

Полученные в данной работе значения параметров скоплений могут быть использованы исследователями в процессе изучения нуклеосинтеза, эволюции галактик и их подсистем. Разработанный алгоритм оптимального подбора изохрон звездной эволюции может быть использован исследователями, для изучения свойств звёздных населений, скоплений и звёздных комплексов. Построенные зависимости интенсивности бальмеровских линий от возраста и металличности в синтетических спектрах помогают в оценке вклада звезд горизонтальной ветви в спектры скоплений и правильной оценке их возрастов. Полученные значения Ликских индексов, возрастов и металличностей Галактических скоплений низкой яркости, изучение которых осложнено удаленностью этих объектов или поглощением света пылью вблизи плоскости Галактики, могут быть использованы для дальнейшего изучения свойств их звездных населений.

Основные положения и результаты выносимых на защиту:

Первое. Впервые показано, что существует немонотонная зависимость ширины на половине интенсивности и глубины бальмеровских линий от возраста, металличности и удельного содержания гелия при расчёте синтетических спектров суммарного излучения скоплений с учётом стадии горизонтальной ветви. Выяснено, что данная зависимость обусловлена изменениями температуры и светимости звезд горизонтальной ветви и их вклада в суммарный спектр в моделях звездной эволюции.

Показано, что оптимальное определение параметров изохрон звёздной эволюции для расчёта синтетических спектров позволяет достичь не только согласия между моделями и наблюдаемыми спектрами, но и соответствия выбранных изохрон результатам звёздной фотометрии для исследуемых объектов.

Определены содержания химических элементов для восьми внегалактических шаровых скоплений очень низкой металличности, четырёх шаровых скоплений M31 промежуточной металличности и скопления Галактики низкой поверхностной яркости NGC 6535. Для всех объектов впервые определены удельные содержания гелия и возраст. Для шести объектов выборки получено низкое содержание магния по сравнению с

содержанием для звезд поля Галактики, что свидетельствует о присутствии в скоплениях множественных звездных населений.

Для восьми Галактических шаровых скоплений низкой поверхностной яркостью впервые определены значения абсорбционных индексов в Ликской системе по спектрам их суммарного излучения. Для семи из них найдены яркие Галактические скопления-аналоги со сходными значениями индексов. Для всех восьми объектов определены возраст, металличность и содержание элементов α -процесса.

Публикации. Основные результаты представлены в четырех публикациях в рецензируемых журналах, в том числе рекомендованные списком ВАК. Результаты также были представлены на одном семинаре и шести конференциях в виде устных и постерных докладов.

Личный вклад автора. Участие в наблюдениях на телескопе БТА по программе Шариной Маргариты Евгеньевны: «Свойств звездных населений внегалактических шаровых скоплений». Редукция полученных длиннощелевых спектров. Определение возрастов, удельного содержания гелия и химического состава по методу для объектов исследования. Расчет абсорбционных индексов и сравнение полученных значений с модельными. Построение зависимости интенсивности балмеровских линий от возраста и металличности и также разработка программы автоматического подбора изохрон звездной эволюции. У меня все, спасибо за внимание.

Председатель:

Спасибо. Вопросы к Маргарите Игоревне?

Романюк И.И.:

У меня два вопроса. Первый методический. Вот, допустим, Вы наблюдаете одно и то же скопление на БТА и на метровом телескопе. На БТА видно звезды, ну, допустим, на две величины более слабые, чем на метровом телескопе. В интегральный спектр это какое-то искажение вносит, или это не играет роли?

Маричева М.И.:

Я бы сказала, что это не играет роли. Просто накопление сигнала несопоставимо на БТА и метровом телескопе.

Романюк И.И.:

Ясно. Теперь второй вопрос. Ну вот, если Вы помните ваше представление на ученом совете САО, вот там, где 13.6 млрд лет в конце второй главы, там у вас или что, ну, можно показать. Значит, я так думаю, из этого следует, если Вы не нашли объяснение, ну вот, видите, там, вторая строчка, возраст 13.6 млрд лет. Это означает, что просто модели совершенно не отражают реалии, если так, то так и надо сказать, что вот модели, потому что 13.6 это возраст Вселенной, это вызывает какое-то неприятие, и, если там такие вот вещи встречаются, значит модели плохие, вот и все, других нет.

Маричева М.И.:

Спасибо за вопрос. Нужно сказать, что возраст в данном случае задается изохроной звездной эволюции. А изохрона звездной эволюции показывает распределение звезд на CMD. То есть мы определяем возраст из того, как у нас изохрона будет описывать наблюдаемый спектр. Здесь по большей части возраст определяет, насколько хорошо изохрона будет описывать спектр и CMD, и горизонтальные ветви скоплений, и не совсем связанные с космологическими возрастами.

Романюк И.И.:

Ну, как-то, все равно.

Панчук В.Е.:

Скажите, пожалуйста, я немного отстал от прогресса. Существовал в 70-е годы, в начале 80-х, в критерий населённости синий и красной частей горизонтальной ветви. Он сейчас упоминается еще и имеет отношение к данной теме?

Маричева М.И.:

Да, он характеризует параметры горизонтальной ветви, населенность разных стадий. В целом он встречается, и в том числе в работе, сейчас скажу, в 4 главе мы определяли вот этот параметр отношений индексов водородных линий, который в целом в какой-то степени соответствует этому параметру.

Панчук В.Е.:

Я просто не видел, чтобы Запад его упоминал.

Маричева М.И.:

Он встречается.

Пустильник С.А.:

У Вас восемь скоплений с очень низкой металличностью. Сколько вообще на сегодня таких низкометаллических скоплений известно, и какие уверенно определяемые самые низкометаллические скопления известны? Просто как объекты, как бы я понимаю, самые древние, образовавшиеся из очень низкометаллической среды.

Маричева М.И.:

Насколько я помню, самое низкометаллическое скопление в нашей галактике, это NGC7078, и подобных ему всего несколько штук. Точное количество, к сожалению, сейчас не могу сказать. А на данный момент, вот у нас исследовалось скопление EHT8, и на данный момент оно одно из самых низкометаллических скоплений, по крайней мере, в области M31.

Пустильник С.А.:

Спасибо.

Клочкова В.Г.:

При этом никакой корреляции между металличностью и возрастом, похоже, нет. Вот для этой таблицы есть корреляция между металличностью и возрастом?

Маричева М.И.:

Они все старые. То есть здесь все объекты исследования будут старые.

Председатель:

Металличность коррелирует с возрастом?

Маричева М.И.:

Нет, не коррелирует.

Клочкова В.Г.:

Вот очень много в докладе и ваших работах звучит горизонтальная ветвь. А как вы учитывали, хотя бы для избранных скоплений, похоже, что у вас были такие скопления, где угадывались звезды выше горизонтальной ветви? Например, мы уже знаем, что есть шаровые скопления, у которых развиты ветви после асимптотической ветви. И там есть достаточно яркие звезды, есть яркие ультрафиолетовые звезды. Представляете, какой вклад они дают и в спектр, и в светимость. То есть, вот как-то вы можете добавить какую-то информацию?

Маричева М.И.:

Мы использовали изохроны Bertell et al.2008, которые включают в себя стадию асимптотической ветви.

Клочкова В.Г.:

Меня интересует Ваш анализ суммарного спектра в таком случае. Он чувствует присутствие вот тех вот звезд, и их вклад в светимость шарового скопления будет серьезным?

Маричева М.И.:

У нас, во-первых, оптический диапазон. И вклад этих звезд в оптический спектр не исследовался.

Клочкова В.Г.:

То есть у Вас нет информации? Спасибо.

Моисеев А.В.:

Скажите пожалуйста, а критерий отбора выборок поясните пожалуйста?

Маричева М.И.:

Для галактических скоплений основные критерии были низкая светимость и звездная плотность, а также отсутствие анализа спектров суммарного излучения. Для внегалактической выборки основной критерий это все-таки по металличности разделение. Это объекты очень низкой металличности и промежуточной.

Моисеев А.В.:

То есть по предварительным данным их металличности?

Маричева М.И.:

Да. Ну и часть объектов оказалось в проекционной близости к NGC205 и интересно было проверить принадлежность объектов этой галактике.

Моисеев А.В.:

Спасибо.

Председатель:

Вопросы есть, коллеги? Я не успел посмотреть одиннадцатый слайд, там данные о металличности. Это сравнение с литературными данными? Это литературные данные, да?

Маричева М.И.:

Да.

Председатель:

Так, коллеги, еще вопросы есть? Нет. Тогда спасибо, присаживайтесь, пожалуйста. Так, ну теперь у нас отзыв научного руководителя.

Шарина М.Е.:

Здравствуйте, уважаемые коллеги.

(отзыв научного руководителя)

Председатель:

Спасибо, Маргарита Евгеньевна. Дальше у нас по процедуре заключение нашего ученого совета САО РАН.

Секретарь:

(заключение с места выполнения работы)

Председатель:

Спасибо. Так, переходим к отзывам к автореферату. У нас не поступало?

Секретарь:

Нет.

Председатель:

Переходим к отзыву ведущей организации Казанский Приволжский Федеральный Университет.

Секретарь:

(Отзыв ведущей организации)

Председатель:

И так Маргарита Игоревна попробуйте ответить на замечания.

Маричева М.И.:

Я соглашусь с тем, что в введение не уделено достаточно внимания современному обзору. Однако, современные исследования и сравнение с литературой обсуждаются непосредственно в отдельных главах.

То, что касается сопоставления Z изохроны и металличности моделей атмосфер. Действительно, есть некоторая сложность согласования Z изохроны и металличности модели атмосфер и в анализе мы использовали для каждого Z два варианта металличности модели атмосферы. Содержание железа подбиралось относительно выбранный металличности модели атмосфер. То, что говорится про скопление NGC 6535. Для Z используемой в анализе скопления также использовалось два варианта металличности модели атмосфер. Изохрона подбиралась по соответствию водородных линий между наблюдаемым и синтетическим спектрами. В работе Шариной и соавторов 2020 года проводится тестирование метода на Галактических скоплениях. Показано хорошее согласие между подобранными изохрами и наблюдаемыми CMD скоплений.

По поводу нормировки. Да, я соглашусь, что нормировки в тексте не уделено достаточно внимания. Однако, об устойчивости нормировки можно судить по слайду с симуляциями Монте-Карло подбора параметров изохрон. Дисперсия распределения точек как правило значительно меньше или соответствует характерным ошибкам определение этих параметров данным методом. В целом можно сказать, что используемый алгоритм нормировки не идеален, но он приемлем для поставленной задачи. Также об адекватности нормировки можно судить по сравнению с литературой, которое показывает удовлетворительное согласие.

Способы определения ошибок подбора параметров изохрон приводится в тексте диссертации. В таблице 5 даны формальные ошибки определения параметров, который получаются в результате процедуры нелинейной минимизации. Ошибки определения содержаний химических элементов определяются исходя из шумовых характеристик наблюдаемых спектров и соответствия моделей наблюдениям. Это были ответы по основным замечаниям.

Председатель:

Спасибо переходим к отзывам официальных оппонентов Антон Фёдорович Вам слово.

Селезнев А.Ф.:

(отзыв оппонента)

Председатель:

Спасибо Антон Фёдорович, присаживайтесь.

Маричева М.И.:

Спасибо за отзыв и замечания. Я соглашусь, как отмечено и в прошлом отзыве, что во введение отсутствует подробное описание современной проблематики. Одна из основных проблем которая поднимается в данном исследовании определение возрастов шаровых скоплений и учета вклада звёзд горизонтальной ветви в суммарный спектр. Это актуальная проблема и до сих пор она поднимается в современных исследованиях и данное исследование является частью этой общей проблемы.

По поводу определения параметров Ликских индексов и что все определенные параметры лежат ниже модельных зависимостей. В данной работе не делался упор на сравнение с моделями для определения возрастов и металличностей. Возрастая и металличности, определялись из сравнения с Галактическими аналогами и сравнения спектров с моделями простых звёздных населений в ULYSS. Так же нужно сказать, что в целом вид моделей будет сильно зависеть от того, какие изохроны использовались для их построения и в том числе от содержания элементов α -процесса.

По поводу согласия модели наблюдаемой CMD. То, что мы видим справа являются объектами фона. Поскольку область исследования довольно сложная фон вычитался тяжело. То, что мы видим — это высокометаллические объекты фона. Также есть такой график, где в CMD вписываются изохроны разных металличностей. То есть, то, что мы видим справа — это объекты фона. Это ответы на основные замечания Спасибо.

Председатель:

Оппонент удовлетворены?

Селезнев А.Ф.:

Да

Председатель:

Второй оппонент отсутствует. Заслушаем отзыв Каратаевой И.М.

Секретарь:

(отзыв Каратаевой И.М.)

Председатель:

Маргарита Игоревна есть что сказать?

Маричева М.И.:

Нет.

Председатель:

Тогда переходим к общей дискуссии.

Романюк И.И.:

Маргарита Игоревна очень подробно выступала на учёном совете САО месяца два назад, когда представляла диссертацию. Из этого следует, что она замечательно подходила к обработке данных, измерению и результатам. Но не все модели мне нравятся особенно там, где 13.6 млрд лет. Если других моделей нет, то делать нечего. Я предлагаю учёному совету согласиться с мнением оппонентов и ведущей организации и проголосовать за присуждение ученой степени.

Председатель:

Спасибо. Еще коллеги.

Панчук В.Е.:

Я хотел бы сказать, что те замечания, что нет общего обоснования и т.д. Это эффект реформы, которую над нами проводит Мин. Обр. Науки, которое требует, чтобы окончил аспирантуру, диссертация на стол, независимо от того, что в ней находится. В ней очень часто не находятся обзора, к которым мы привыкли с прошлых годов. Когда человек участвует в подготовке общего обзора, это для аспирантов очередных, говорится. Если вас привлекают к подготовке общего обзора, это значит, вас прикрывают от вот этих замечаний оппонентов, ведущих и так далее. То есть вы участвуете в обзоре, у вас получается глава, ну, а потом ссылки на эту главу, как было уже сказано. Поэтому некоторые вещи, это не есть минус соискателя или руководителя, это результат производимых над нами экспериментов, реформы образования. Я за, конечно, в необходимой степени, в сложившихся условиях.

Председатель:

Спасибо.

Моисеев А.В.:

Меня там уже активно цитировали в отзыве. Я все-таки еще раз подчеркнул факт, что это было видно, как человек растет. От выступления на семинаре, когда Маргарита рассказала о своей дипломной работе, как потихоньку, кирпич из-за кирпича, показывает рост. Это не всегда видно, и здесь это важно, потому что для научного руководителя это, в общем-то, тоже достаточно новое направление. То есть вот работа со спектрами, работа с выделением возрастов и параметров, в общем-то, из фотометрии и

спектров. Поэтому это, в общем-то, положительный момент, диссертант, очень восприимчив был к той критике, которая была сказана на ученом совете, и, в общем-то, что могла, то учла. Проблема 13, а также 15–20 миллиардов лет из шаровых скоплений, получаемых постоянно, это известная проблема, вот так вот мы знаем теорию звездной эволюции, и так мы строим синтетические спектры. Нужно больше, чтобы люди, которые потом анализируют уже суммарные спектры скоплений, с этим могли разобраться, это, как говорится, вопрос тоже времени, но надеюсь не миллиардов лет. Поэтому я призываю диссертационный совет поддержать данную работу. Мне кажется, здесь все всем критериям соответствует.

Председатель:

Спасибо, спасибо, Алексей Валерьевич. Кто еще хотел бы высказаться? Заключительное слово вам, Маргарита Игоревна. Хотите сказать что-то важное?

Маричева М.И.:

Хочу выразить большую благодарность за замечания, за комментарии. Выразить благодарность научному руководителю, также ответственным наблюдателям телескопа БГА, с которыми проводились наблюдения, и, соответственно, людям, которые работают с прибором SCORPIO-I и обслуживают его. И САО благодарность за эти 4 года и предоставленную возможность.

Председатель:

Спасибо. Так, коллеги, назначаем счетную комиссию. Глаголевский Ю.В., Караченцев И.Д., Макаров Д.И. Есть возражения? Голосуем. Счетная комиссия приступает к работе.

(проводится процедура тайного голосования)

Председатель счетной комиссии Караченцев И.Д.:

В состав избранной комиссии: Караченцев, Макаров, Глаголевский. Комиссия избрана для подсчета голосов по диссертации Маричевой. В составе совета - 13 человек. Присутствовали - 12, по профилю - 11. Роздано бюллетеней – 12. Оказалось не розданных – 0. В урне обнаружено – 12 бюллетеней: за – 12, против - 0.

Председатель:

Так, прошу проголосовать, кто за утверждение протокола, кто против, воздержался. Принимается. Поздравляем! Так, коллеги, нам нужно заключение доработать.

(члены совета обсуждают проект заключения)

Председатель:

Кто за то, чтобы принять заключение, кто против. Все за. Закончили.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.212.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
СПЕЦИАЛЬНОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 2 декабря 2024 г. № 11

О присуждении Маричевой Маргарите Игоревне, Российская Федерация, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование спектров суммарного излучения звездных скоплений нашей и других галактик» по специальности 1.3.1. – Физика космоса, астрономия принята к защите 27 августа 2024 г., протокол № 8, диссертационным советом 24.1.212.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук, Российская академия наук, 369167, КЧР, Зеленчукский район, п. Нижний Архыз.

Соискатель, Маричева Маргарита Игоревна, 1995 года рождения, в 2020 году окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет", с 01.09.2020 г. по 31.08.2024 г. проходила обучение в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук, на данный момент работает в должности стажер – исследователь в лаборатории внегалактической астрофизики и космологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории внегалактической астрофизики и космологии САО РАН, Шарина Маргарита Евгеньевна.

Официальные оппоненты:

1. Селезнев Антон Федорович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Коуровской астрономической обсерватории Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»;
2. Каратаева Гульнара Мирсатовна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры астрофизики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет", г. Казань, в своём положительном заключении, подготовленном кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры астрономии и космической геодезии Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета Шиманской Н.Н., одобренном на астрофизическом семинаре кафедры астрономии и космической геодезии 30 октября 2024 года, утверждённом Проректором по научной деятельности Казанского (Приволжского) федерального университета проф. Д.А. Таюрским 8 ноября 2024 года, указала, что диссертация является завершённым научным исследованием, удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Маричева М.И. заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1. – Физика космоса, астрономия.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы по теме диссертации (общим объёмом 66 страниц), напечатанные в рецензируемых журналах, включённых в перечень ВАК. Наиболее значимые научные результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Sharina M. E., Maricheva M. I., Kniazev A. Y., Shimansky V. V., Acharova I. A.; «Horizontal branch structure, age, and chemical composition for very metal-poor extragalactic globular clusters», Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 528, Issue 4, p. 7165 - 7185 (2024)
2. Sharina M. E., Maricheva M. I.; «Properties of Stellar Populations of Eight Galactic Global Clusters with Low Central Surface Brightness», Astronomy Reports, Volume 65, Issue 6, p. 455 – 476 (2021)

3. Maricheva M. I.; «Study of Integrated Spectra of Four Globular Clusters in M31», Astrophysical Bulletin, Volume 76, Issue 4, p. 389 – 404 (2021)

4. Sharina M. E., Maricheva M. I.; «Chemical composition and ages of four globular clusters in M31 from the analysis of their integrated-light spectra», Open Astronomy, Volume 31, Issue 1, p. 118 – 124 (2022)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается темой исследования, высокой компетентностью в вопросах, рассматриваемых в диссертационной работе.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- 1) проведен анализ наблюдательных данных, результаты для которых ранее не публиковались: (i) обработка и анализ спектров внегалактических шаровых скоплений, полученных в результате наблюдений по на телескопе БТА. (ii) анализ спектров суммарного излучения шаровых скоплений Галактики, полученных на 1.93-м телескопе обсерватории Верхнего Прованса (ОНР). (iii) Выполнена обработка архивных прямых снимков, полученных на VLT;
- 2) для всех внегалактических шаровых скоплений выборки впервые представлены параметры звезд горизонтальной ветви, заданные выбранными для анализа спектров изохронами;
- 3) для скоплений Bol20, Bol50 (в M31) и скопления [CS82]C39 (в M33) впервые получены оценки возрастов из анализа спектров их суммарного излучения методом, описанным в главе 1;
- 4) для восьми внегалактических скоплений с очень низкой металличностью, а также скоплений Bol20 и Bol50 из выборки скоплений M31 промежуточной металличности впервые получено содержание [C/Fe]. Для скоплений Bol2, Bol20, Bol50, Bol165, Bol317 (в M31) и [CS82]C39 (в M33) впервые получено содержание химических элементов Mg, Ca, Ti, Cr, Mn. Для скоплений Bol6, Bol45 (в M31) впервые определено содержание [Mn/Fe], [Cr/Fe];
- 5) Для выборки скоплений Галактики низкой поверхностной яркости впервые представлен анализ спектров их суммарного излучения, определены значения

абсорбционных индексов, оценены возрасты и средние значения содержания элементов α -процесса [α/Fe].

Теоретическая значимость диссертационной работы обоснована тем, что результаты, полученные соискателем, вносят значительный вклад в исследование фундаментальных параметров внегалактических шаровых скоплений, в том числе наиболее низкометаллических шаровых скоплений. Полученные в данной работе изохронные значения возраста и содержания гелия (Y), а также химический состав скоплений могут быть использованы исследователями в процессе изучения нуклеосинтеза и эволюции галактик и их подсистем.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Разработанный алгоритм оптимального подбора изохрон для расчета синтетических спектров скоплений, выполняющий минимизацию отклонений между наблюдаемым и модельным спектрами, был успешно использован исследователями для анализа абсорбционных спектров суммарного излучения скоплений и звездных комплексов.
2. Впервые построены зависимости между шириной на половине интенсивности и глубиной бальмеровских линий от возраста и металличности Z в синтетических спектрах суммарного излучения шаровых скоплений с использованием изохрон звездной эволюции. Полученные зависимости помогают в оценке вклада звезд горизонтальной ветви в спектр суммарного излучения скоплений и правильной оценке их возраста.
3. Выполнено определение Ликских индексов, возрастов и металличности шаровых скоплений Галактики низкой поверхностной яркости, изучение которых осложнено удаленностью этих объектов, или ослаблением света пылью вблизи плоскости Галактики. Результаты могут быть использованы для изучения свойств их звездных населений, а также возможной принадлежности этих объектов звездным потокам.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность опубликованных результатов обусловлена применением различных методов обработки наблюдательных данных и сопоставлением их результатов, учётом выводов других авторов при интерпретации данных. Все основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах.

Личный вклад автора во всех статьях равен вкладу других соавторов. Автор принимал участие в наблюдениях на телескопе БТА по программе М. Е. Шариной «Свойства звездных населений внегалактических шаровых скоплений». Автором выполнялась редукция полученных длиннощелевых спектров суммарного излучения шаровых скоплений. Автором определялись возраст, удельное содержание гелия Y и химический состав для всех объектов данного исследования. Для скоплений Галактики рассчитывались значения абсорбционных индексов в Ликской системе и проводилось сравнение полученных значений с модельными. Также автором выполнено исследование влияния вклада звезд горизонтальной ветви в суммарный спектр шарового скопления. Выполнена разработка программы автоматического подбора изохрон звездной эволюции для расчета синтетических спектров.

На заседании 2 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Маричевой Маргарите Игоревне учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования, диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук по специальности 01.03.02, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 12 , против - 0 , недействительных бюллетеней - 0 .

Председатель
диссертационного совета

Балега Ю.Ю.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Шолухова О.Н.

2 декабря 2024 г.