



Преподавание основ науки о данных по астрономическим данным и каталогам



Н.А. Архипова, А.С. Лужнов, Н.Н. Федоров

Факультет Физики Национального Исследовательского Университета «Высшая Школа Экономики», Россия, Москва

Аннотация

Сегодня сложно представить исследования в области астрономии и астрофизики без качественного и количественного анализа данных, полученных на современных астрономических инструментах, количество и качество которых значительно выросло за последние четверть века. Однако до сих пор в школьном астрономическом образовании и довузовской подготовке данная тема не изучается, что значительно тормозит включение абитуриентов и студентов начальных курсов в научную и исследовательскую работу. В рамках нашего доклада будут описаны методики преподавания анализа астрономических данных и работы с астрономическими каталогами, в том числе известных космических проектов. А также будут обсуждены результаты апробации этих методик при работе с учащимися Лицея ВШЭ и Центра Педагогического Мастерства.

Введение

В связи с большим количеством современных наземных и космических обсерваторий, повышением качества приемников информации и увеличением времени работы телескопов в режиме обзоров небесной сферы в современной астрофизике наблюдается значительный рост данных наблюдений. Поэтому изучение только классического курса астрономии не дает представления о современной работе астрономов и тенденциях развития науки. В связи с этим сегодня существует серьезная проблема методологии преподавания современной астрономии в области работы с астрономическими данными. Наиболее важным, на наш взгляд, является внедрение в программу обучения астрономии методов работы с астрономическими данными и многочисленными каталогами астрономических данных, появившимися в последние десятилетия, обучение современных школьников и студентов методам математической обработки данных наблюдений, а также умению выявлять и находить зависимости и корреляции в этих данных. Эти методы помогут студентам более эффективно и продуктивно подключаться к исследованиям в области астрономии на современном уровне.

Работа с данными астрономических наблюдений

Каталог Мессье

В качестве начального примера при работе с каталогами логично выбрать один из первых каталогов, появившихся в астрономии, а именно каталог Мессье, который изучается в рамках базовой астрономии для наглядной демонстрации.

В качестве задачи при работе с этим каталогом можно, например, отобразить все объекты каталога в экваториальных координатах в стереографической проекции или в проекции Молльвейде (рис.1).

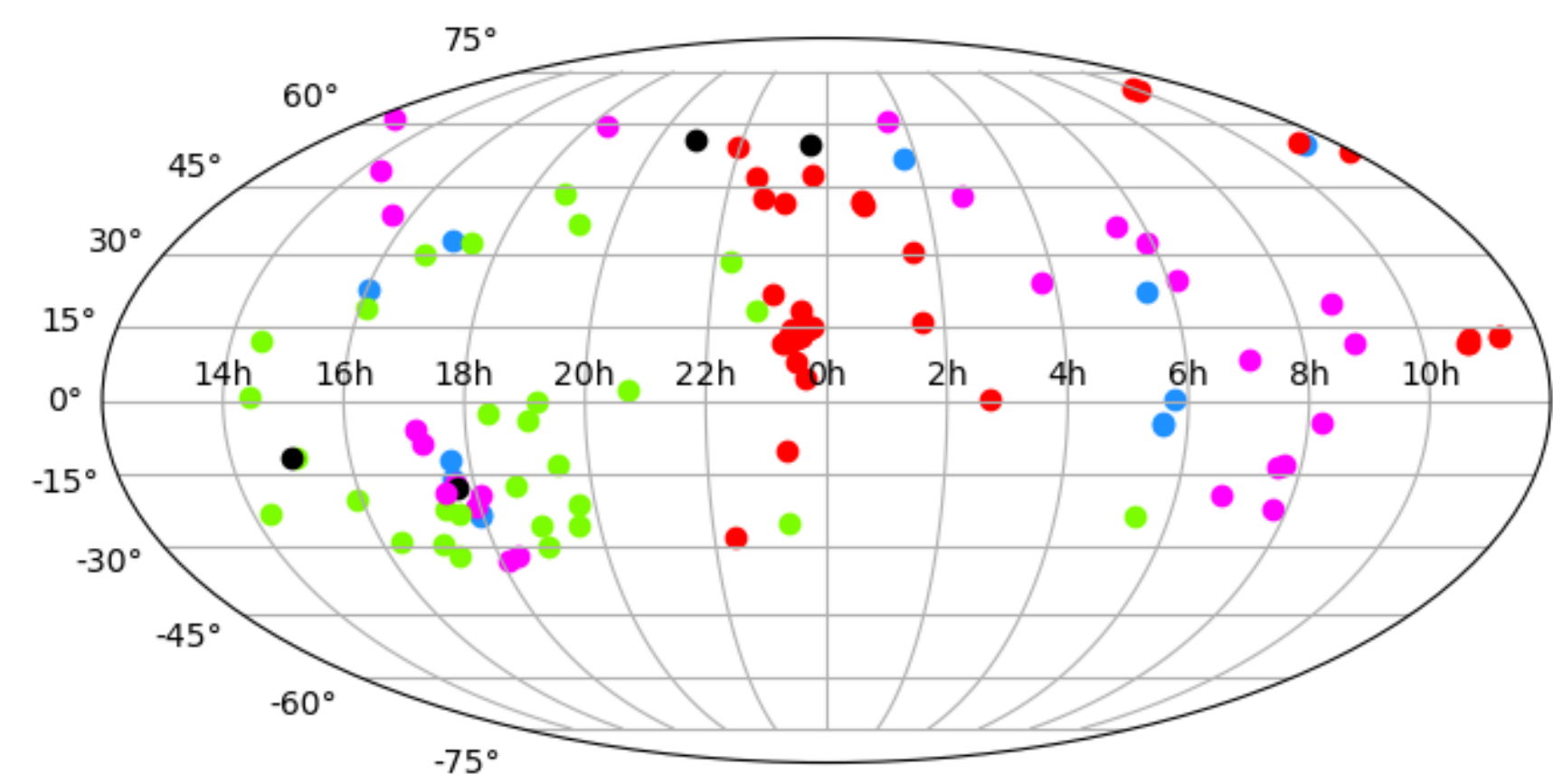


Рис.1 Объекты каталога Мессье на карте в проекции Молльвейде. Галактики обозначены красным, рассеянные звездные скопления - розовым, шаровые звездные скопления - зеленым, туманности - синим, др. объекты – черным.

Далее, используя даже этот простой каталог, можно рассмотреть задачу нахождения координат центра Галактики, изучая подсистему шаровых скоплений, путем нахождения их среднего положения, что дает приблизительные результаты, неплохо отражающие истинные координаты центра Галактики. Эту методику можно далее распространить и на современные каталоги, содержащие сведения о шаровых скоплениях.

Результаты

В соответствии с перечисленным кругом задач были проведены занятия для учащихся ЦПМ и Лицея Высшей школы экономики. Преподавательским составом этих учебных заведений была дана высокая оценка и отмечена значительная полезность таких занятий, поскольку они:

- знакомят студентов с передовыми достижениями в области астрономических исследований и наблюдательных данных;
- обучают навыкам научных исследований и общей работе с наблюдательными данными на основе астрономических данных;
- охватывают несколько предметных областей и устанавливают междисциплинарные связи, используя различные компетенции для решения научных задач.

В процессе этой работы было выполнено несколько бакалаврских выпускных квалификационных работ и готовится к публикации учебное пособие с подробным анализом каждой из перечисленных задач и подробным планом проведения занятий.

FITS – файлы

Большинство файлов астрономических данных хранятся в специальном формате Flexible Image Transport System (FITS). Этот формат отличается от классических графических форматов тем, что в дополнение к основному изображению в нем хранятся дополнительные метаданные об этом изображении.

Поэтому первым шагом является обучение студентов работе с этим форматом, например, на основе анализа изображений с телескопа "Хаббл". Интересными и доступными заданиями для школьников здесь могут являться: определение фона неба, подсчет количества элементов на фотографии (звезд, галактик) и анализ объектов, например, определение размеров гало и ядра галактики.

Каталог Herschel

В качестве примера современного каталога можно рассмотреть каталог галактик, полученный космической обсерваторией «Гершель», которая является предшественницей космической обсерватории «Джеймс Уэбб», с каталогом которой в будущем можно будет работать аналогичным образом. И первой задачей при работе с этим каталогом как и с любым другим является простая задача – прочтение и визуализация каталога, т.е. отображение его объектов - галактик в заданной области неба в экваториальных координатах.

Дальнее можно осуществить анализ и поиск корреляций по параметрам, что является уже исследовательской работой и зависит от уровня подготовки учеников.

Например, можно изучить корреляцию между красным смещением галактик и их количеством в области небесной сферы, ограниченной определенным радиусом.

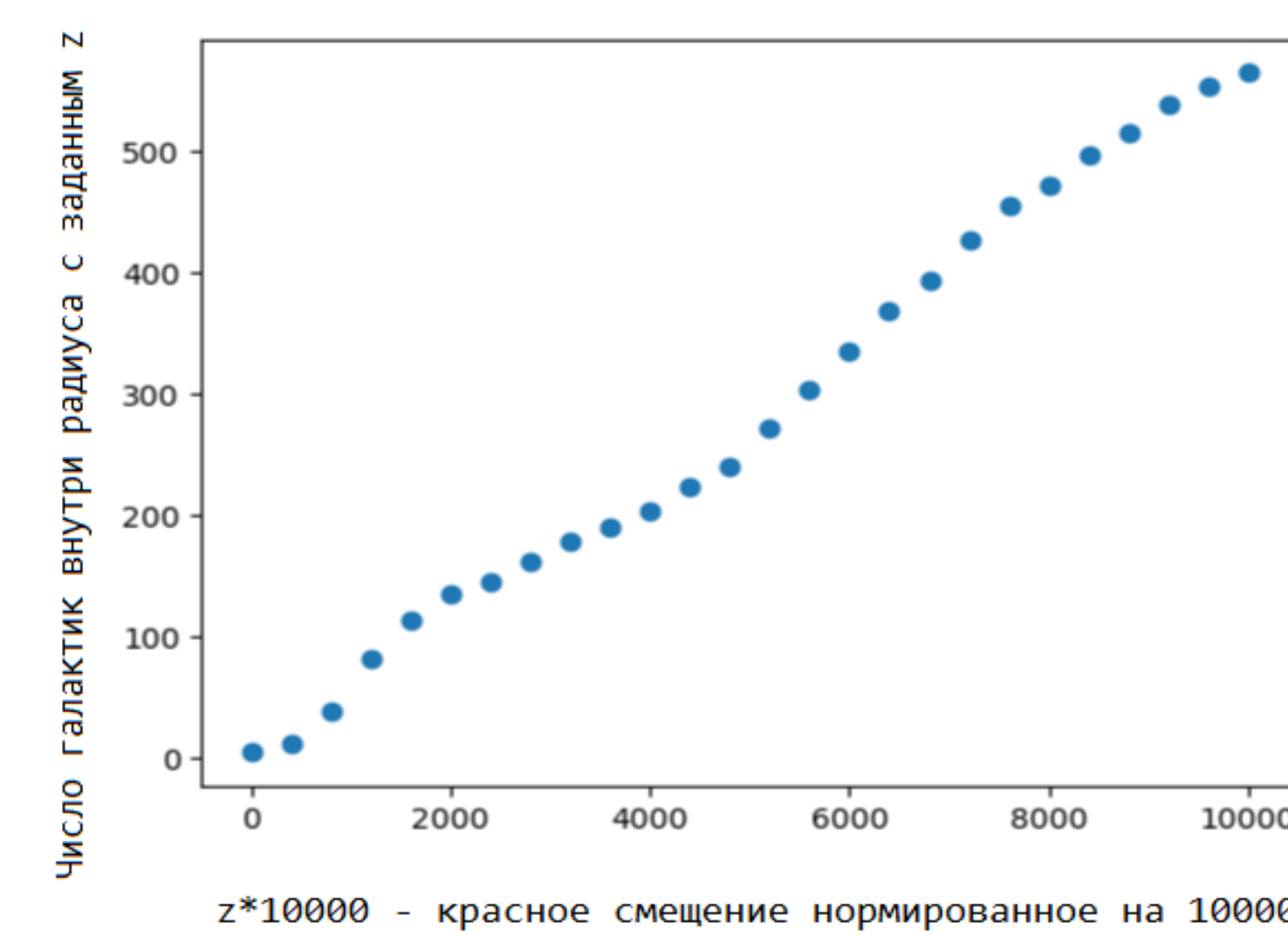


Рис.2 Зависимость числа объектов от красного смещения

Каталог Hipparcos и Gaia

Можно исследовать свойства переменных звезд по астрономическим каталогам космических обсерваторий Hipparcos и Gaia.

Основываясь на этих каталогах, можно изучить пространственное распределение переменных звезд в нашей Галактике, перейдя в галактические координаты и тем самым убедиться, что звезды тяготеют к плоскому распределению, что означает, что наша Галактика имеет вид плоского диска.

На наш взгляд важнейшей задачей современного астрономического образования является повторение важнейших работ, совершивших прорывы в астрономии и нашем понимании Вселенной. Поэтому при работе с описанными выше каталогами важной задачей является получение зависимости "период-светимость" для классических цефеид. Потому что эта работа является важным этапом в построении шкалы расстояний во Вселенной - она позволила Э.Хаббл определить расстояния до других галактик, а также построить диаграмму Хаббла, что привело к открытию расширения Вселенной.

А теперь школьники и студенты могут самостоятельно повторить эту работу, но используя каталоги цефеид уже современных космических обсерваторий, и воспроизвести эту зависимость самостоятельно (Рис.3.)

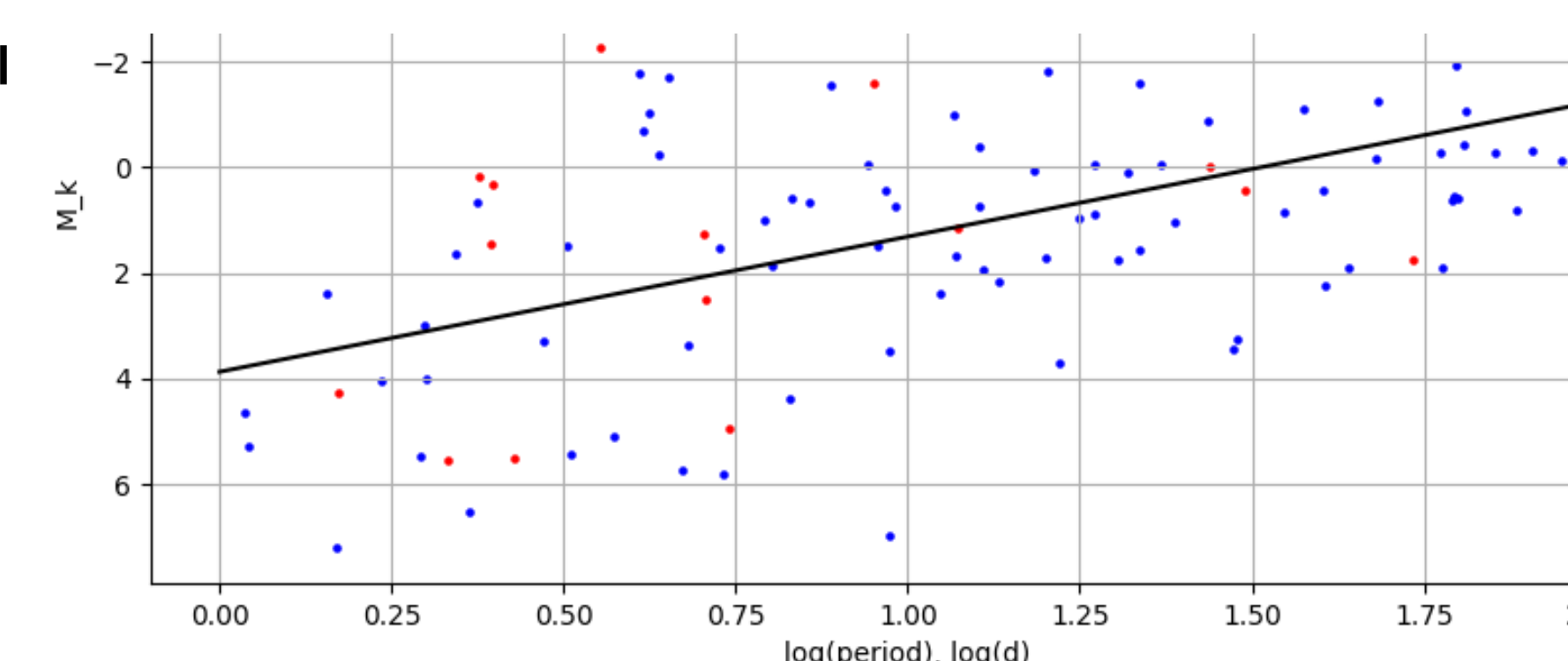


Рис.3 . Зависимость период-светимость для цефеид