

ОТЗЫВ

официального оппонента Зинченко Игоря Ивановича, заведующего отделом,
отдел № 180 «Радиоприёмной аппаратуры и миллиметровой радиоастрономии»

Отделения «Физики плазмы и электроники больших мощностей»

Федерального государственного бюджетного научного учреждения

«Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики

им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук»,

на диссертацию Дедикова Святослава Юрьевича на тему

«Разрушение космической пыли за фронтами ударных волн в неоднородных
средах», представленную на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук по специальности

1.3.1 – «Физика космоса, астрономия».

Пыль играет очень важную роль в физико-химических процессах, происходящих в межзвёздной среде. Излучение пыли является одним из основных механизмов охлаждения межзвёздных облаков. При этом она экранирует внутренние области облаков от УФ излучения, создавая условия для существования разнообразных молекул, многие из которых образуются на поверхности пылинок. Изучению межзвёздной пыли посвящено немало работ. В то же время остается ряд важных нерешённых вопросов. Так, отмечается значительное превышение оценки скорости разрушения пыли в Галактике над оценкой скорости её образования. Основным фактором разрушения пыли являются сильные ударные волны. Однако имеющиеся оценки скорости разрушения пыли такими волнами основывались на рассмотрении их распространения в однородной среде. Учёт неоднородностей (а межзвёздная среда сильно неоднородна) может существенно изменить эти оценки. Именно этому вопросу и посвящена диссертационная работа С.Ю. Дедикова, актуальность которой несомненна.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, приложений и списка литературы. Первая глава посвящена расчётам разрушения пыли в остатке сверхновой в неоднородной среде на основе численного моделирования динамики пыли и газа. Важную роль играет анализ особенностей распространения ударных волн в неоднородной среде. Детально рассматриваются различные механизмы разрушения пылинок в зависимости от температуры газа. Основной результат заключается в том, что с увеличением степени неоднородности среды увеличивается доля «выжившей» пыли, причем эта доля слабо зависит от средней плотности газа.

Во второй главе анализируется вопрос о том, какое количество газа и пыли находится в различных тепловых фазах в остатке сверхновой, а затем на этой основе рассчитывается светимость пыли в континууме и газа в некоторых спектральных линиях. Найдено, что распределение пыли по тепловым фазам и инфракрасная светимость пыли заметно зависят от степени неоднородности среды. Светимость остатка сверхновой в инфракрасных линиях некоторых ионов оказывается выше при его расширении в более неоднородной среде.

Рассмотрен также вопрос об отношении светимостей в этих линиях и светимости пыли в континууме.

В третьей главе рассматривается отношение ИК светимости пыли и светимости горячего газа в рентгеновском диапазоне. Рассчитываются профили поверхностной плотности и поверхностной яркости пыли и газа. Далее рассматривается отношение светимостей в зависимости от возраста остатка и металличности среды. Неоднородность среды заметно влияет на поведение этого отношения. Результаты расчётов сравниваются с данными наблюдений нескольких остатков сверхновых в нашей Галактике и в Большом Магеллановом облаке.

Четвертая глава диссертации посвящена вопросам взаимодействия запылённых облаков с ударными волнами с акцентом на динамику пыли. Рассматривается также эволюция пыли в скоплениях галактик. Выявлены эффекты сегрегации пыли по размерам в адиабатически эволюционирующих облаках, в то время как в радиационно охлаждающихся облаках пыль сохраняется независимо от размера в плотных холодных фрагментах облака.

В заключении сформулированы основные результаты работы. В приложениях представлены детали расчётов взаимодействия ударной волны с неоднородной средой, а также эмиссии в линиях ионов.

Таким образом, в рамках диссертационной работы получен ряд новых важных результатов, отмеченных выше. Одним из основных является вывод о том, что разрушение межзвёздной пыли, нагребённой оболочкой сверхновой, оказывается заметно менее эффективным при её расширении в более неоднородной среде.

Достоверность результатов не вызывает сомнений. Она обеспечивается использованием апробированных методов расчётов, сопоставлением тестовых расчётов с известными результатами, а также публикацией всех основных результатов в российских и международных рецензируемых журналах.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в различных астрофизических исследованиях межзвёздной среды, включая общие вопросы эволюции пыли в Галактике. Диссертация хорошо оформлена и почти не содержит опечаток.

В то же время работа не лишена некоторых недостатков.

1. Во введении при постановке задачи в качестве стимула для проведения данной работы отмечается сильное расхождение оценок скоростей образования и разрушения пыли в Галактике. Результаты работы показывают, что в неоднородной среде разрушение пыли менее эффективно. Однако вопрос о том, достаточно ли этого для преодоления данного

противоречия, в работе никак не обсуждается, лишь указывается, что результаты могут быть использованы для уточнения темпа разрушения пыли в галактиках.

2. В диссертационной работе получено много интересных теоретических результатов. При этом, сопоставление с наблюдениями, хотя и имеется (в разделе 3.6), очень ограничено. Работа выиграла бы от более широкого сопоставления полученных результатов с наблюдениями.

3. В результатах главы 2 и в положениях, выносимых на защиту, говорится об отношении светимости в некоторых линиях к светимости пыли в «континууме под линией». Из текста диссертации становится понятно, что «континуум под линией» — это излучение пыли в полосе шириной 8 ГГц (в результатах и в положениях, выносимых на защиту, эта величина не указана). Почему взята именно такая ширина полосы, как она соотносится с шириной линий и каков вообще смысл этого отношения, — непонятно. Правильнее, наверное, сравнивать светимость в линиях и полную светимость пыли в континууме.

4. Есть некоторые другие мелкие недочёты. Так, некоторые утверждения (например, о зависимости физических параметров от плотности для ударной волны) стоило бы подкрепить ссылками.

Эти замечания не снижают общей высокой оценки работы. В целом диссертационная работа С.Ю. Дедикова является законченным научно-исследовательским трудом и удовлетворяет всем требованиям положения о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, С.Ю. Дедиков, безусловно, заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 — «Физика космоса, астрономия».

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Зав. отделом ИПФ РАН
доктор физ.-мат. наук
тел.: +7-831-4367253
Email: zin@ipfran.ru
Адрес: 603950 Нижний Новгород,
ул. Ульянова, 46, ИПФ РАН

И.И. Зинченко

Подпись И.И. Зинченко 

Ученый секретарь  ИПФ РАН

И.В. Корюкин