

## **1. Анкетные данные**

ФИО: Горбачев Вадим Валерьевич

Образование:

Волгоградский государственный университет, 2016 г.,  
бакалавр по направлению «Программная инженерия».

Волгоградский государственный университет, 2018 г.,  
магистр по направлению «Физика».

## 2. Образовательный опыт до поступления в аспирантуру



РОССИЙСКАЯ  
ФЕДЕРАЦИЯ



Федеральное  
государственное  
автономное  
образовательное  
учреждение высшего  
образования  
"Волгоградский  
государственный  
университет"  
Волгоград

ПРИЛОЖЕНИЕ  
К ДИПЛОМУ  
магистра  
103418 1033926

Регистрационный  
номер

**ФКФм-002**

Дата выдачи

05 июля 2018 года

1. СВЕДЕНИЯ О ЛИЧНОСТИ ОБЛАДАТЕЛЯ ДИПЛОМА

Фамилия **Горбачев**

Имя **Вадим**

Отчество **Валерьевич**

Дата рождения **21 апреля 1994 года**

Предыдущий документ об образовании или  
об образовании и о квалификации

**Диплом бакалавра, 2016 год**

2. СВЕДЕНИЯ О КВАЛИФИКАЦИИ

Решением Государственной экзаменационной  
комиссии присвоена квалификация

**Магистр**

**03.04.02 Физика**

Срок освоения программы магистратуры в очной форме  
обучения

**2 года**

3. СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ И РЕЗУЛЬТАТАХ ОСВОЕНИЯ  
ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

Наименование дисциплин (модулей) программы, вид практики	Количество зачетных единиц/ академических часов	Оценка
Современные технологии программирования	2 з.е.	отлично
Философские вопросы естествознания	2 з.е.	зачтено
Иностранный язык в профессиональной сфере	2 з.е.	зачтено
Компьютерное моделирование астрофизических систем	3 з.е.	отлично
Космическая магнитогидродинамика	3 з.е.	отлично
Математические методы теоретической физики	3 з.е.	отлично
Теория турбулентности	2 з.е.	отлично
Физика высоких энергий	3 з.е.	отлично
Физика межзвездной среды	2 з.е.	отлично
Алгоритмы дискретной математики	3 з.е.	зачтено
Компьютерная математика	3 з.е.	хорошо
Современные проблемы физики	2 з.е.	отлично
История и методология физики	2 з.е.	зачтено
Компьютерное моделирование эволюционных уравнений	3 з.е.	отлично
Специальный физический практикум: Компьютерные методы моделирования физических явлений	4 з.е.	отлично
Вариационный принцип в теоретической физике	2 з.е.	зачтено
Методы обработки изображений	2 з.е.	зачтено
Механика сплошных сред	3 з.е.	отлично
Дополнительные главы высшей алгебры	3 з.е.	отлично
Молекулярная спектроскопия	3 з.е.	отлично
Физика плазмы	2 з.е.	отлично
Квантовые вычисления	3 з.е.	хорошо
Практики	54 з.е.	х
в том числе:		
Учебная практика, педагогическая практика	6 з.е.	отлично
Производственная практика, научно-исследовательская практика	24 з.е.	отлично
Производственная практика, преддипломная практика	15 з.е.	удовлетворительно
Производственная практика, научно-исследовательская работа	9 з.е.	хорошо
Государственная итоговая аттестация	9 з.е.	х
в том числе:		
Государственный экзамен	х	отлично
Выпускная квалификационная работа (магистерская работа) "Моделирование химической и динамической эволюции газа в турбулентной межзвездной среде."	х	отлично
Объем образовательной программы	120 з.е.	х
в том числе объем работы обучающихся во взаимодействии с преподавателем:	728 час.	х



4. КУРСОВЫЕ РАБОТЫ (ПРОЕКТЫ)	ОЦЕНКА

5. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Форма обучения: очная

Направленность (профиль) образовательной программы: "Компьютерная физика"

БЕЗ ДИПЛОМА НЕДЕЙСТВИТЕЛЬНО

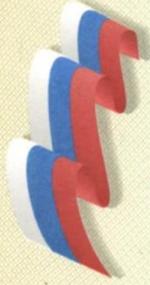
Руководитель организации,  
осуществляющей образовательную  
деятельность



Тараканов В. В.

Настоящее приложение содержит 4 страниц

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



УДОСТОВЕРЕНИЕ  
О ПОВЫШЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ



**УДОСТОВЕРЕНИЕ**  
О ПОВЫШЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ

180001099478

Документ о квалификации

Регистрационный номер **НОЦ-2018-084**

Город **Волгоград**

Дата выдачи **2 июля 2018**

Настоящее удостоверение свидетельствует о том, что

**Горбачев  
Вадим  
Валерьевич**

прошел(а) повышение квалификации в (на)

**ФГАОУ ВО  
«Волгоградский государственный университет»**

с «09» июня 2018 г. по «26» июня 2018 г.

по дополнительной профессиональной программе

**«Астрономический минимум для учителей»**

в объеме **72 часа**



С.А. Корольков

### **3. Достижения в результате освоения основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Предполагаемая тема исследования: «Молекуляризация газа в турбулентных межзвездных облаках».

#### 4. Достижения в научно-исследовательской деятельности

**Еремин М.А.**  
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики и волновых процессов Волгоградского государственного университета, Волгоградский государственный университет  
ereminmikhail@gmail.com, eremin@volsu.ru, tf@volsu.ru

**Попов В.А.**  
магистрант института математики и информационных технологий, Волгоградский государственный университет

**Горбачев В.В.**  
магистрант института математики и информационных технологий, Волгоградский государственный университет

#### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕДУЦИРОВАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ УГАРНОГО ГАЗА В ГИГАНТСКИХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ОБЛАКАХ

Межзвездная среда (МЗС) является крайне неоднородной и состоит из различных компактных образований, которые отличаются не только пространственными масштабами, но и физико-химическими условиями, реализующимися в них. Среди этих образований выделяют различные составляющие МЗС, например, гигантские молекулярные облака (ГМО), диффузные облака (облака атомарного водорода), теплый межоблачный газ, горячий корональный газ и т.д [9, 85].

Молекулярный водород является главным элементом плотных холодных облаков, играющий главную роль в формировании звезд в нашей и других галактиках. Совместное действие охлаждения и самогравитации приводит к образованию видимой Вселенной вокруг нас.

Ввиду хорошо известных трудностей, возникающих при прямой регистрации излучения от молекул  $H_2$ , достаточно широко используют подход, при котором концентрацию молекулярного водорода оценивают опосредованно, при помощи других молекул-трейсеров. В качестве одной из таких молекул принято использовать молекулы угарного газа  $CO$ , второй по распространенности в ГМО [2, 124, 3, 127].

Целью настоящей работы является сравнительный анализ редуцированных химических моделей образования  $CO$  в ГМО при различном наборе параметров. В качестве базисных моделей нами были взяты две хорошо известные химические модели: модель Нельсона-Лангера 1997 г. (НЛ-97) [7, 796] и модель Нельсона-Лангера 1999 г. (НЛ-99) [6, 796].

Химическая модель Нельсона-Лангера 1997 года – наиболее простая химическая модель образования  $CO$  в ГМО. Она обычно используется для

расчетов, не требующих детального учета образования угарного газа. В модифицированной модели НЛ-97 обычно используют 5 реагентов:  $H_2$ ,  $H^+$ ,  $C^+$  и  $CO$ .

Химическая модель Нельсона-Лангера 1999 года – более полная химическая модель ГМО, состоящая из 32 уравнений для концентраций 17 реагентов. Эта модель включает основные реакции, проходящие в ГМО. Отметим, что химическая модель НЛ-99 представляет собой хороший баланс между сложностью модели и ее точностью.

Сетка реакций включает в себя: реакции в газовой фазе, реакции, проходящие на поверхности пыли, реакции с космическими лучами и реакции с  $\gamma$ -квантами электромагнитного поля.

Основным каналом образования молекулярного водорода в ГМО является процесс его образования на поверхностях пылинок [5, 306].

При расчете скоростей диссоциации молекулярного водорода  $H_2$  и молекул  $CO$  учитывались эффекты поглощения на пыли, самоэкранировка молекул  $H_2$  и  $CO$ , а также экранировка  $CO$  молекулами  $H_2$  [1, 269; 9, 771].

В силу того, что тепловая и химическая эволюция газа неразрывно связаны, нами также была реализована тепловая модель МЗС, которая включает основные процессы тепловых потерь и нагрева, характерные для межзвездного газа [4, 1].

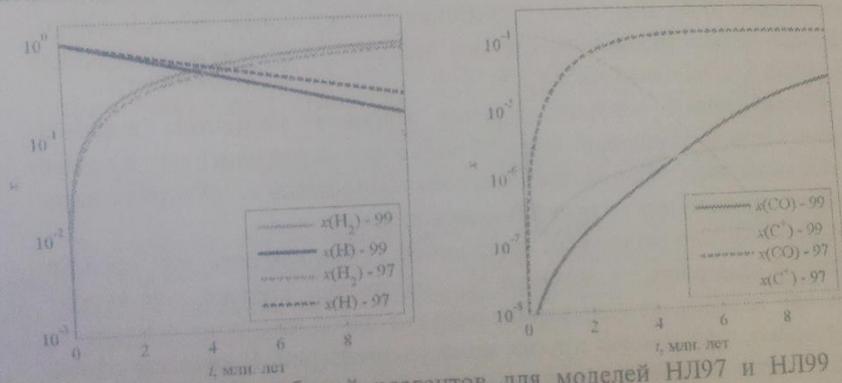


Рис 1. Зависимость обилий реагентов для моделей НЛ97 и НЛ99 при  $n = 300 \text{ см}^{-3}$ : а) водородной группы, б) углеродной группы

На рисунках 1 а и 1 б приведены зависимости обилий реагентов водородной и углеродной групп для химических моделей НЛ97 и НЛ99 от времени при начальной концентрации газа  $300 \text{ см}^{-3}$  и температуре 100 К.

Сформулируем основные результаты проделанной нами работы:

1. В результате проведенных расчетов установлено, что интенсивное образование молекул  $H_2$  происходит в оптически толстой среде при начальной концентрации газа  $\sim 10^3$  атомов в

- $1 \text{ см}^3$ ; характерное время образования молекул  $\text{H}_2$  составляет приблизительно 5 млн. лет.
2. Изучение зависимости обилий  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$  в зависимости от визуальной экстинкции показало, что в оптически прозрачной среде слабо экранированный  $\text{CO}$  практически полностью разрушается вне зависимости от начальной плотности. Молекулярный водород  $\text{H}_2$ , напротив, хорошо экранирован и прозрачность среды практически не влияет на его образование при начальной концентрации газа, превышающей несколько сотен атомов в  $1 \text{ см}^3$ .
  3. Проведен сравнительный анализ результатов химических моделей ИЛ-97 и ИЛ-99. Поведение обилий реагентов водородной группы практически идентично, для реагентов углеродной группы имеются существенные различия, обусловленные учетом различных механизмов образования и разрушения молекул  $\text{CO}$  в этих моделях.

Список литературы

1. Draine B.T., Bertoldi F. Structure of Stationary Photodissociation Fronts. – *Astrophysical Journal*, 1996. – Vol. 468. – P. 269.
2. Feldman R., Gnedin N.Y., Kravtsov A.V. The X-Factor in galaxies. I. dependence on environment and scale. – 2012. – Vol. 747–P. 124.
3. Feldman R., Gnedin N.Y., Kravtsov A.V. The X-Factor in galaxies. II. The molecular-hydrogen-star-formation relation. – 2012. – Vol. 758 – P. 127-145.
4. Glover S.C.O, Jaspens A.K. Star formation at very low metallicity. I. Chemistry and cooling at low densities. – 2007. – Vol. 666, P. 1-19.
5. Hollenbach D., McKee C.F. Molecule formation and infrared emission in fast interstellar shocks. I Physical processes. – *Astrophysical Journal Supplement Series*, 1979. – Vol. 342. – P. 306-336.
6. Nelson R.P., Langer W.D. On the stability and evolution of isolated Bok globules. – 1999. – Vol. 524. – P. 923-946.
7. Nelson R.P., Langer W.D. The dynamics of low-mass molecular clouds in external radiation fields. – 1997. – Vol. 482. – P. 796-826.
8. A.G.G.M. Tielens *The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium*. – 2005. – P. 85-101.
9. van Dishoeck E.F., Black J.F. The photodissociation and chemistry of interstellar  $\text{CO}$ . – *Astrophysical Journal*, 1988. – Vol. 334. – P. 771-802.