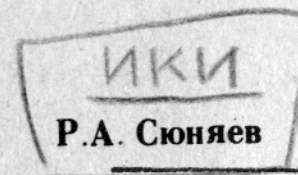


МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М. В. ЛОМОНОСОВА  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени П. К. ШТЕРНБЕРГА



На правах рукописи

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЕЩЕСТВА  
И ИЗЛУЧЕНИЯ В ГОРЯЧЕЙ ВСЕЛЕННОЙ  
И КОМПАКТНЫХ ИСТОЧНИКАХ  
РЕНТГЕНОВСКОГО И РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ**

(Специальность 01. 03. 02 - Астрофизика)

Автореферат диссертации на соискание ученой  
степени доктора физико-математических наук

Москва  
1973г

БИБЛИОТЕКА  
ИНСТИТУТА КОСМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ АН СССР

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

им. П.К. ШТЕРНБЕРГА

На правах рукописи

СЮНЯЕВ Рашид Алиевич

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЕЩЕСТВА И ИЗЛУЧЕНИЯ В ГОРЯЧЕЙ  
ВСЕЛЕННОЙ И КОМПАКТНЫХ ИСТОЧНИКАХ РЕНТГЕНОВСКОГО  
И РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ.

( Специальность 01.03.02 - Астрофизика )

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени доктора  
физико-математических наук

1973

Работа выполнена в Ордена Ленина Институте Прикладной  
Математики АН СССР.

Официальные оппоненты:

действительный член АН СССР	- Р.З.Сагдеев
член-корреспондент АН СССР	- И.С.Шкловский
доктор физико-математических наук, профессор	- С.И.Сыроватский

Ведущее учреждение - Физико-технический Институт  
АН СССР им. А.Ф. Иоффе

Автореферат разослан 23 апреля 1973 года

Защита состоится 24 мая 1973 года в 14 часов 30 минут.

на заседании Ученого Совета Государственного Астрономического  
Института им. П.К. Штернберга (Москва, В-234, Университетский  
проспект 13)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
Государственного Астрономического Института им. П.К. Штернберга

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ГАИШ  
Кандидат физико-математических  
наук

(Л.Н.БОНДАРЕНКО)

Физические условия, встречающиеся в астрофизических объектах, чрезвычайно разнообразны. Достаточно сравнить условия в недрах нейтронной звезды, в межгалактическом газе и на ранних стадиях эволюции горячей Вселенной<sup>X/</sup>, чтобы убедиться в громадном диапазоне изменения плотности и температуры. В исключительных, экстремальных условиях даже хорошо известные элементарные процессы - в особенности при многократном повторении - приводят к неожиданным результатам и новым закономерностям.

Экстремальные условия в астрофизической плазме не являются более гипотезой, они подтверждены наблюдениями. Последнее десятилетие ознаменовано крупнейшими открытиями в астрономии. Развитие радиоастрономии привело к открытию реликтового излучения, которое подтверждает горячую модель Вселенной и дает неоценимую информацию об ее прошлом, ее однородности и изотропии расширения. Открыты пульсары, отождествляемые с нейтронными звездами; космические лазерные источники излучения в линиях межзвездных молекул. Продолжается исследование компактных радиосточников в ядрах галактик и квазарах.

Внеатмосферные исследования позволили обнаружить компактные источники рентгеновского излучения - рентгеновские звезды, и среди них рентгеновские пульсары. Детальные внеатмосферные и оптические наблюдения показали, что значительная часть рентгеновских звезд входит в тесные двойные системы. Эти объекты являются, по-видимому, результатом эволюции нормальной звезды, входящей в двойную систему - нейтронными звездами и черными дырами, т.е. принципиально новыми

X/ Здесь и ниже для обозначения окружающей нас наблюдаемой части Мегамира для краткости употребляется общепринятый в космологической литературе термин "Вселенная".

астрономическими объектами, существование которых предсказано теорией относительности. Громадная рентгеновская светимость интерпретируется как результат аккреции газа на релятивистские объекты, в отличие от рентгеновской светимости "молодого" пульсара в Крабовидной туманности, источником энергии для которого является вращение нейтронной звезды.

Значительная часть диссертации посвящена космологии — горячей модели Вселенной, где главным механизмом обмена энергией между веществом и излучением является комптон-эффект. Но комптоновское рассеяние существенно и для дискретных источников теплового рентгеновского излучения.<sup>x/</sup> При большой оптической толщине по рассеянию комптон-эффект влияет на скорость отдачи энергии высокотемпературной разреженной плазмой и на спектр ее излучения. Прежде всего многократные рассеяния приводят к изотропизации излучения и к замедлению выхода фотонов из источника. Интересующие нас спектральные эффекты и комптоновский обмен энергией между нерелятивистской плазмой и излучением важны в двух предельных случаях: а) когда число актов рассеяния столь велико, что необходим учет незначительных изменений частоты кванта в каждом акте рассеяния. Такая ситуация реализовывалась на ранних стадиях расширения Вселенной и, по-видимому, имеет место в компактных галактических источниках рентгеновского излучения; и б) при малой оптической толщине по томсоновскому рассеянию, но при высокой яркостной температуре излучения, когда становится важным индуцированное комптоновское рассеяние (этот процесс может быть существенным в компактных источниках радио — и инфракрасного излучения). Он может приводить к разогреву плазмы, находящейся в поле интенсивного низкочастотного излучения пульсаров и квазаров, и к характерным искажениям

<sup>x/</sup> Роль обратного комптон-эффекта низкочастотных фотонов на релятивистских электронах в астрономических источниках нетеплового рентгеновского излучения хорошо известна?

спектров этих объектов.

Диссертация состоит из трех, примерно равных по объему, частей. В первой излагается теория комптоновского взаимодействия вещества и излучения, приводятся примеры астрофизической ситуации, в которой могут оказаться важными эффекты индуцированного комптоновского рассеяния. Вторая часть посвящена взаимодействию вещества и излучения в горячей Вселенной, третья — теории компактных тепловых источников рентгеновского излучения: формированию их спектра, теории аккреции, направленности излучения. Первая часть включает в себя четыре главы, вторая и третья — по две.

Перед изложением результатов, относящихся к разреженной плазме, полезно — для контраста — вспомнить обычную, привычную ситуацию в плотной плазме. Хорошо известно, что внутри звезд имеет место ИТР- локальная термодинамическое равновесие. Спектр излучения удовлетворяет формуле Планка  $\epsilon_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} (e^{h\nu/kT_e} - 1)^{-1}$ . При этом температура излучения  $T_\nu$  устанавливается в соответствии с локальной плотностью лучистой энергии  $T_\nu = \left(\frac{\epsilon_\nu}{\rho}\right)^{1/4}$  из  $\epsilon_\nu = \rho T_\nu^4$ , а электроны и ионы приобретают температуру равную температуре излучения.

При рассмотрении плотной плазмы часто приходится учитывать комптоновское рассеяние, но при этом пренебрегают изменением частоты при рассеянии и учитывают лишь изменение направления распространения фотона, дающее вклад в общую непрозрачность плазмы. Такое предположение оправдано не только потому, что мало изменение частоты в каждом акте рассеяния, а прежде всего из-за того, что рассеяние очевидно не нарушает термодинамического равновесия. Что изменится в этой картине при переходе к разреженной плазме, в которой нет ИТР и интенсивность излучения много меньше планковской? Условием осуществления такой ситуации является слабость процессов

истинного поглощения и излучения. Оптическая толщина по рассеянию при этом может быть велика. Тогда незначительные изменения частоты фотонов при рассеянии на тепловых электронах при многократном повторении сильно влияют на спектр излучения плазмы и ее тепловой баланс. Возникают характерные спектры излучения, вид которых зависит от соотношения между температурой электронов и оптической толщиной по рассеянию и поглощению. Возрастает потеря энергии плазмой на излучение. Время формирования равновесного планковского излучения оказывается в этих условиях в десятки и сотни раз меньшим, чем рассчитанное по формулам, учитывающим лишь тормозные процессы. Эти вопросы обсуждаются в первой главе, являющейся основой для астрофизических приложений, приведенных во второй и третьей частях диссертации.

В первой главе решены также задачи об эволюции спектра жесткого рентгеновского излучения при комптоновском взаимодействии с низкотемпературной плазмой и об искажениях спектра планковского излучения при взаимодействии с горячими  $T_e \gg T_z$  электронами.

Рассеяние фотонов на тепловых электронах в сильном магнитном поле рассматривается в четвертой главе. Доказано, что наличие магнитного поля не влияет на скорость комптоновского отбора энергии у горячих электронов, если гирочастота  $\nu \ll \frac{kT_e}{\hbar}$ , т.е. электроны не вырождены и магнитное поле не изменило их средней энергии.

В основной части диссертации рассмотрение ограничено "слабыми" электромагнитными волнами, "слабыми" в том смысле, что колебательная скорость электронов в поле волны мала по сравнению со скоростью света. Взаимодействие монохроматической "сильной" волны с электронами — "синхрокомpton" и ускорение частиц, широко освещено в астрофизической литературе в связи с теорией пульсаров. В дис-

сертации этот вопрос обсуждается лишь при рассмотрении рассеяния в магнитном поле. Волна, "слабая" в смысле взаимодействия с незамагниченным электроном, частота которой совпадает с гирочастотой, благодаря резонансу может действовать на электрон в магнитном поле как "сильная". При достаточно широком спектре и высокой яркостной температуре  $kT_e \gg m_e c^2$  излучения возможны проявления эффектов "сильной" волны: релятивистское вращательное движение электрона, рождение электронно-позитронных пар при столкновениях, переизлучение энергии падающей волны на гармониках основной частоты и ускорение частиц. Эти эффекты являются результатом наличия резонанса в сечении томсоновского рассеяния при  $\nu = \nu_H$ .

Вторая и третья главы посвящены соответственно теории индуцированного комптоновского рассеяния и ее астрофизическим приложениям. Радиоастрономия имеет дело с низкочастотным излучением. На квантовом языке можно сказать, что отдельные фотоны обладают весьма малой энергией. В то же время, космические радиоисточники часто обладают весьма высокой яркостной температурой излучения в диапазоне длинных волн. При этом велики числа заполнения  $N$  фотонами фазового пространства. В результате решающую роль играет тот факт, что фотоны подчиняются Бозе-статистике и все процессы (и комптоновское рассеяние в том числе) идут индуцированным образом.

Электроны при взаимодействии с низкочастотным излучением "чувствительны" к яркостной температуре в большей степени, чем к общей плотности энергии излучения  $\mathcal{E}_\nu$  или к энергии отдельных фотонов  $\hbar\nu$ . В поле интенсивного низкочастотного излучения электроны могут нагреваться до высоких температур, но при этом уменьшается средняя энергия фотонов и изменяется спектр излучения. При определенных условиях возникает сильное укрупнение спектра, аналог ударной волны в фазовом пространстве. В привычном выражении для силы давления света на электрон появляется добавочный член,

пропорциональный квадрату потока излучения, так называемое индуцированное давление света. В диссертации значительное место уделено распространению этих, известных ранее, эффектов на случай спектрально узкого излучения, представляющий особый интерес в связи со взаимодействием лазерного и мазерного излучения с плазмой. Показано, что при наличии точек перегиба с низкочастотной стороны первоначально широкого спектра индуцированное рассеяние может приводить к появлению спектрально узких линий, не связанных ни с какими резонансами в системе.

Индуцированное комptonовское рассеяние интенсивно обсуждается в литературе в приложении ко взаимодействию лазерного излучения и излучения приборов СВЧ с разреженной плазмой. В астрофизике индуцированное рассеяние может исказить спектр и угловое распределение излучения пульсаров и компактных радиосточников в ядрах галактик и квазарах, приводить к подогреву плазмы и ускорять вещество в непосредственной близости к источникам низкочастотного излучения, накладывает верхний предел на яркостную температуру излучения космических мазеров.

Большая часть приводимых результатов получена в пренебрежении коллективными эффектами, электроны считаются свободными. Все результаты верны при частоте излучения превышающей плазменную  $\nu_{pe}$ . Плазменные эффекты учитываются при рассмотрении спектрально узких линий с шириной  $\delta < \nu_{pe}$ . В то же время ясно, что поперечные электромагнитные волны с  $\nu > \nu_{pe}$  входят как предельный случай  $\nu \rightarrow \infty$  в набор всевозможных типов колебаний, рассматриваемых физикой плазмы. Поэтому часть из приводимых результатов является общей для различных типов колебаний и в том или ином виде известна для некоторых из них.

Вторая часть диссертации посвящена взаимодействию вещества

и излучения во Вселенной. Измерения в сантиметровой и миллиметровой области длин волн, проводившиеся с 1965 года, привели к обнаружению изотропного излучения со спектром, хорошо совпадающим с чернотельным, соответствующим температуре  $2.7^{\circ}\text{K}$ . Это открытие, по-видимому, наиболее важное в космологии со времени установления закона расширения Вселенной подтвердило выдвинутую еще в 1948 году Г.Гамовым и его сотрудниками горячую модель Вселенной. Горячая модель предполагает, что для Вселенной характерна высокая удельная энтропия: громадно ( $10^{8+9}$ ) число фотонов, приходящихся на каждый атом. Сейчас эти фотоны имеют очень низкую энергию ( $h\nu \sim 10^{-3} \text{ эв}$ ), но экстраполяция в прошлое приводит к гигантским температурам излучения (в ходе расширения Вселенной энергия каждого кванта уменьшается) и находящегося в термодинамическом равновесии с ним вещества. На ранних этапах расширения основные параметры Вселенной — плотность, давление, скорость расширения, и т.д. — определялись расширением. Ниже, как сейчас общепринято в СССР, чернотельное излучение, несущее информацию о ранних стадиях расширения Вселенной, будет называться реликтовым.

В главе 5 показано, что в однородной фридмановской Вселенной реликтовое излучение не могло сформироваться после момента  $t = 100$  сек, соответствующего красному смещению  $Z \sim 10^8$ . Значительное энерговыделение на любой более поздней стадии расширения должно было оставить следы на спектре реликтового излучения, причем каждой стадии соответствуют свои специфические искажения спектра. Эта летопись Вселенной еще не раскрыла своих тайн: точность экспериментов не достаточна и заметных отклонений спектра реликтового излучения от планковского пока не обнаружено. Но уже существующие данные о спектре реликтового излучения накладывают существенные ограничения на количество антивещества во Вселенной, параметры первичной турбулентности и амплитуду первичных возмущений плотности вещества

(Глава 6).

Фридмановская однородная изотропная модель является приближением к наблюдаемой Вселенной, прекрасно описывающим ее крупномасштабные свойства. Однако в относительно малых масштабах отклонения от однородности достаточно велики. Согласно современным теориям к образованию наблюдаемых объектов: галактик и скоплений галактик, привели первичные неоднородности плотности и скорости вещества во Вселенной. Малым возмущениям плотности и скорости на стадии до рекомбинации водорода ( $\xi > 1500$ ) должны были соответствовать пространственные флуктуации температуры реликтового излучения. После рекомбинации водорода во Вселенной излучение практически не взаимодействует с веществом, поэтому наблюдаемое сегодня реликтовое излучение должно нести информацию об амплитуде возмущений плотности на момент рекомбинации, а значит и о времени образования галактик. Полученное в главе 5 аналитическое решение, описывающее процесс рекомбинации водорода во Вселенной, позволило рассчитать в главе 6 мелкомасштабные флуктуации реликтового излучения, связанные с адиабатическими и энтропийными возмущениями плотности. Разработанный метод расчета позволяет оценивать мелкомасштабные флуктуации в любой теории происхождения галактик из первичных неоднородностей плотности и скорости.

Неравномерное распределение на небесной сфере наблюдаемых радиосточников также дает вклад в мелкомасштабные флуктуации реликтового излучения. Это затрудняет наблюдения первичных флуктуаций температуры в малых угловых масштабах. В главе 6 предложен также метод выяснения природы наблюдаемого рентгеновского излучения скоплений галактик. Его происхождение может быть связано как с обратным комптон-эффектом низкочастотных фотонов на релятивистских электронах, так и с тормозным излучением горячего межгалактического

газа. Во втором случае комптоновское взаимодействие с горячими электронами должно приводить к уменьшению яркостной температуры реликтового излучения в Рэлей-Джинсовской области спектра в направлении на скопление галактик. Этот эффект был недавно обнаружен Ю.Н.Парийским в направлении на скопление галактик *Coma*, являющееся мощным источником рентгеновского излучения. Это свидетельство существования в *Coma* горячего межгалактического газа.

Главы 7 и 8 посвящены астрофизике компактных рентгеновских источников. Светимость и вид спектра рентгеновских источников типа *ScXII* - облаков горячей разреженной плазмы, зависят не только от объемной меры эмиссии  $N_e^2 V$  и температуры, но и от оптической толщи по томсоновскому рассеянию. Это связано с доплеровским изменением частоты фотона при рассеянии и отбором энергии у электронов, эффектами исследованными в первой главе. Даже без учета изменения частоты эффекты, связанные с доминирующей ролью рассеяния в непрозрачности, решающим образом сказываются на спектрах излучения рентгеновских источников. Когда велика оптическая толщина не только по рассеянию, но и по тормозным процессам  $\tau_T \gg \tau_{ff} \gg 1$ , спектр выходящего наружу излучения оказывается отличным от Планковского, и интегральный поток излучения не описывается формулой Стефана-Больцмана  $F = \sigma T^4$ . Большая толщина плазмы по томсоновскому рассеянию является одним из факторов, определяющих распределение поверхностной температуры и формирование спектра диска из вещества аккрецирующего на релятивистские объекты: черные дыры и нейтронные звезды.

Наблюдаемые свойства рентгеновских источников зависят от наличия в них сильного магнитного поля. При этом характерно не только появление поляризации. К значительному увеличению светимости рентгеновских источников может приводить совместное действие магнитотормозного излучения (рождающего низкочастотные кванты) и комптоновского рассеяния, увеличивающего их энергии до  $3 kT_e$ .

Интерес представляет высокая прозрачность замагниченной плазмы на низких частотах  $\nu \ll \nu_H$ , являющаяся следствием уменьшения сечений рассеяния и тормозного поглощения.

В главе 8 рассматривается теория дисковой аккреции на черную дыру, рассчитывается спектр излучения диска и обсуждаются его наблюдательные проявления. Показано, что наличие ярких пятен на поверхности диска должно приводить к характерной квазипериодической переменности рентгеновского излучения черной дыры. Природа пятен может быть связана с замыканием магнитных силовых линий (явления типа солнечных вспышек) и турбулентностью. Минимальный период пульсаций излучения диска с пятном вблизи вращающейся черной дыры должен быть в 8 раз меньше, чем в случае невращающейся. Наблюдения быстрых квазипериодических пульсаций излучения с  $t \sim 10^{-3} - 10^{-1}$  сек, возможно, позволят выяснить природу флуктуирующих рентгеновских источников, выделить среди них черные дыры, и, более того, различить случаи реализации метрик Шварцшильда и Керра.

Рассматривается аккреция на замагниченную нейтронную звезду. Показано, что процессы излучения тепловой высокотемпературной плазмы в сильном магнитном поле могут приводить к направленности рентгеновского излучения, наблюдаемой в рентгеновских пульсарах *Her X1* и *Cen X3*. Приводятся результаты расчетов взаимодействия излучения рентгеновского источника с атмосферой нормальной звезды в тесной двойной системе: переизлучения падающей извне энергии и истечения вещества с поверхности звезды, стимулированного прогревом ее атмосферы. Переменность оптического излучения (системы типа *Her X1 = HZ Her*) связана с повышением яркости полусферы нормальной звезды, обращенной к рентгеновскому источнику, и ее движением в двойной системе.

Отмечается, что жесткое рентгеновское излучение  $\sim 15-30$  кэВ

эффективно отражается поверхностью нормальной звезды. Это открывает возможность наблюдения рентгеновских пульсаров, в диаграмму направленности которых не попадает Земля.

Работы, положенные в основу данной диссертации, докладывались на ряде Всесоюзных и международных конференциях, на сессиях Отделения общей физики и астрономии АН СССР и зачитывались на Генеральной Ассамблее Международного Астрономического Союза в Англии в 1970 году и на симпозиуме МАС № 55 по рентгеновской и Гамма-астрономии, проходившем в Мадриде в 1972 году. Эти работы неоднократно обсуждались на Московском Объединенном астрофизическом семинаре в ГАИШ.

Диссертация содержит 294 страницы текста, оглавление, 33 рисунка, одну таблицу. Список литературы содержит 194 наименования. По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. А.Ф.Илларионов, Р.А.Суняев "Комптон-эффект на тепловых электронах в источниках рентгеновского излучения", *Астрон.ж.*, 49, 58, 1972.
2. Ya.B.Zeldovich, R.A.Sunyaev "Взаимодействие вещества и излучения в горячей модели Вселенной, I", *Astrophysics and Space Science*, 4, 302, 1969.
3. R.A.Sunyaev, Ya.B.Zeldovich "Взаимодействие вещества и излучения в горячей модели Вселенной, II", *Astrophysics and Space Science*, 2, 20, 1970.
4. R.A.Sunyaev, Ya.B.Zeldovich "Мелкомасштабные флуктуации реликтового излучения", *Astrophysics and Space Science*, 2, 3, 1970.
5. R.A.Sunyaev, Ya.B.Zeldovich "Энтропийные и адиабатические возмущения плотности малого масштаба. Антивещество во Вселенной", *Astrophysics and Space Science*, 9, 115, 1970.



6. Я.Б.Зельдович, Р.А.Суняев, "Ударные волны в спектре излучения при Бозе-конденсации фотонов", *ЖЭТФ*, 62, 153, 1972.
7. А.А.Галеев, Р.А.Суняев "Плазменные эффекты при индуцированном комптоновском взаимодействии вещества и излучения", *ЖЭТФ*, 63, 1266, 1972.
8. Я.Б.Зельдович, А.Ф.Илларионов, Р.А.Суняев, "Влияние выделения энергии на спектр излучения в горячей Вселенной" *ЖЭТФ*, 62, 1217, 1972.
9. Я.Б.Зельдович, Е.В.Левич, Р.А.Суняев "Индукцированное комптоновское взаимодействие максвелловских электронов со спектрально узким излучением", *ЖЭТФ*, 62, 1392, 1972.
10. E.V.Levich, R.A.Sunyaev, Ya.B.Zeldovich  
"Индукцированное давление света в астрофизических условиях", *Astronomy and Astrophysics*, 19, 135, 1972.
11. Е.В.Левич, Р.А.Суняев "Нагрев низкочастотным излучением газа вблизи квазаров и пульсаров", *Астрон.ж.*, 48, 461, 1971.
12. R.A.Sunyaev, Ya.B.Zeldovich,  
"Наблюдения реликтового излучения как метод исследования природы рентгеновского излучения скоплений галактик"  
*Comments on Astrophysics and Space Physics*, 4, 173, 1972.
13. M.S.Longair, R.A.Sunyaev  
"Флуктуации фонового микроволнового излучения"  
*Nature*, 223, 719, 1969.
14. Р.А.Суняев, "Необходимость периода нейтрального водорода в эволюции Вселенной", *ДАН СССР*, 179, 45, 1968.
15. Р.А.Суняев, "К вопросу о переменности рентгеновского излучения черных дыр при дисковой аккреции" *Астрон.ж.*, 49, 1153, 1972.

16. Р.А.Суняев, "Индукцированный комптон-эффект и низкочастотный спектр радиоисточников", 48, 244, 1971
17. N.I.Shakura, R.A.Sunyaev  
"Черные дыры в двойных системах. Наблюдательные проявления", *Труды симпозиума МАС № 55 "Рентгеновская и гамма-астрономия"*, Reidel, Dordrecht, 1972
18. В.М.Лютый, Р.А.Суняев, А.М.Черепашук "Природа оптической переменности HZ Her=Her X1, BD+34°3815=Cyg X1", *Астрон. ж.*, 50, 3, 1973г.

№ T02199 от "29" III 1973 г. Заказ № 1681 Тираж 200 экз.

Ордена Ленина институт прикладной математики  
Москва, Миусская пл., 4.