

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ АСТРОФИЗИКИ

На правах рукописи

ТУПИЕВА Фаниса Анваровна

УДК 523.44

ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АСТЕРОИДОВ
РАЗНЫХ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ТИПОВ

Специальность: 01.03.04 – планетные исследования

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Душанбе - 2004

Работа выполнена в Ордена Трудового Красного Знамени
Институте астрофизики Академии Наук Республики Таджикистан

Научный руководитель – доктор физико-математических наук,
профессор А.В. Мороженко

Официальные оппоненты – доктор физико-математических наук,
профессор К.И. Чурюмов
кандидат физико-математических наук,
доцент П.Е. Егибеков


Ведущая организация - Казахский астрофизический институт им.
В.Г. Фесенкова

Защита состоится 2 июля 2004 г. в 10 час. 00 мин. на заседании
диссертационного совета К 047.009.01 в Институте астрофизики АН
Республики Таджикистан по адресу: Душанбе, ул. Бухоро 22.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной
библиотеке им. И. Ганди АН Республики Таджикистан.

Автореферат разослан 31 мая 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

 к.ф.-м.н. Г.И. Кохинова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

Изучение физических свойств астероидов является одной из важнейших задач в проблеме происхождения и эволюции Солнечной системы. В связи с освоением ближнего космоса и планируемых полетов к малым планетам резко возросла потребность в информации о физических характеристиках астероидов и в оценке блеска астероида при любых условиях его освещения.

Информация об оптических свойствах, структуре поверхности, фигуре астероида содержится в зависимостях блеска от фазового угла, в кривых блеска планеты. Интерпретация этих зависимостей дает толчок в развитии представлений о механизмах отражения света от поверхностей малых планет.

Цель и задачи работы.

1. Методом фотоэлектрических наблюдений получить в UVV системе фазовые зависимости блеска астероидов разных таксономических типов, для которых такие зависимости еще не получены.
2. Выяснить поведение показателей цвета U-V и B-V с вращением астероида вокруг своей оси и с изменением фазового угла.
3. Определить параметры кривых блеска и фазовых зависимостей блеска.
4. Выполнить сравнение фазовых зависимостей астероидов между собой, а также с Луной, Марсом и Меркурием.
5. Определить оптические параметры поверхностного слоя астероида.

Научная новизна работы.

1. Определены параметры кривых блеска и фазовые зависимости блеска и цвета астероидов 16 Психея, 19 Фортуна, 20 Массалия, 21 Лютеция, 22 Каллиопа, 29 Амфитрита, 44 Низа, 110 Лидия и 354 Элеонора.

2. Впервые обнаружены различия фазовых зависимостей блеска астероидов 16 Психея и 44 Низа с изменением их аспекта наблюдений и дано объяснение этим различиям; выявлены тонкие детали на фазовой кривой блеска астероида 19 Фортуна.

3. Впервые получены необычные фазовые зависимости цвета 44 Низы.

4. Впервые обнаружены цветовые вариации по поверхности астероида 44 Низа.

5. Впервые выявлено подобие фазовых зависимостей блеска S- и M-астероидов с фазовой зависимостью Луны.

6. Показано подобие оппозиционного эффекта исследуемых C, S и M-астероидов и Луны.

7. Впервые оценены пористость поверхностного слоя и спектральные альбедо астероидов 6 Геба, 16 Психея, 17 Фетида, 20 Массалия, 22 Каллиопа, 29 Амфитрита, 110 Лидия, 133 Кирена и 354 Элеонора.

На защиту выносятся:

1. Полученные данные о фазовых зависимостях блеска и цвета астероидов разных таксономических типов.

2. Результаты модельных расчетов фазовых зависимостей блеска эллипсоидальных астероидов с гладкой поверхностью.

3. Результаты сравнения фазовых зависимостей блеска астероидов и планет.

4. Результаты и методика определения пористости и альбедо исследуемых астероидов.

Научное и практическое значение работы.

Полученные результаты фотометрических наблюдений и оценок оптических параметров поверхности астероидов представляют материал для решения ряда вопросов физики малых тел, разработки механизмов отражения света поверхностями безатмосферных тел, космонавтики и космогонии Солнечной системы, для постановки новых задач наземных наблюдений.

Апробация работы.

Результаты работы докладывались на семинарах Отдела физики комет и астероидов Института астрофизики Академии наук Республики Таджикистан, Республиканской конференции молодых ученых (Душанбе, Таджикистан, 1979), Всесоюзных семинарах-совещаниях по физическим исследованиям астероидов (Харьков, Украина, 1981, 1983), Всесоюзной конференции по физике и динамике малых тел Солнечной системы (Душанбе, Таджикистан, 1982), Республиканской конференции молодых астрономов (Киев, Украина, 1985), заседании рабочей группы «Астероиды» (Душанбе, Таджикистан, 1987), Всесоюзной конференции по физике и динамике комет (КрАО, Украина, 1984), Всесоюзной конференции «Методы исследований движения, физика и динамика малых тел Солнечной системы» (Душанбе, Таджикистан, 1989), конференции, посвященной 70-летию Института астрофизики АН РТ (Душанбе, Таджикистан, 2002).

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и

списка литературы. Полный объем работы составляет 134 страницы машинописного текста и содержит 40 рисунков, 25 таблиц и список литературы из 101 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, определена цель работы, перечислены методы исследования, сформулирована новизна и практическая ценность полученных результатов. Кратко изложено содержание работы и перечислены основные результаты, выносимые на защиту.

В первой главе «*Фазовая функция блеска астероида*» описаны методики наблюдений астероидов, обработки фотоэлектрических изменений блеска и определений фазовых зависимостей блеска.

В этой главе также даны модельные расчеты блеска вращающегося эллипсоида при различных фазовых углах и аспектах наблюдения для двух законов отражения: Ламберта и Ломмеля-Зеелигера. Показано, что величина фазового коэффициента зависит от способов исключения изменения блеска, связанного с вращением несферического тела. Наименьшее значение фазовый коэффициент имеет при приведении наблюдаемых величин блеска к максимуму кривой блеска. По наблюдениям астероида 354 Элеонора показано, что неучет изменения амплитуды кривой блеска с фазовым углом приводит к ошибочным определениям параметров фазовой зависимости блеска астероида: абсолютной звездной величины и фазового коэффициента.

Во второй главе «*Фотоэлектрические наблюдения астероидов*» приводятся результаты собственных наблюдений астероидов 16 Психея, 19 Фортуна, 20 Массалия, 21 Лютетия, 22 Каллиопа, 29 Амфитрита, 44 Низа, 110 Лидия и 354 Элеонора, принадлежащих к C, S, M, E, U-ти-

пам и анализ полученных результатов. Наблюдения были выполнены в 1979-1982 гг. на телескопе АЗТ-8 Гиссарской астрономической обсерватории (ГисАО) Института астрофизики АН Республики Таджикистан. Измерения блеска выполнялись в широкополосной стандартной UBV фотометрической системе и охватывали диапазон фазовых углов от 0° .4 до 25° .

Для всех астероидов получен оппозиционный эффект и линейное изменение блеска для фазовых углов $\alpha > 7^\circ$. Исключение составляет 44 Низа, для которой линейное изменение блеска начинается уже с $\alpha > 3^\circ$. Для астероида 16 Психея установлено различие фазовых зависимостей блеска, полученных при экваториальном и полярном аспектах наблюдений. Для астероида 44 Низа получены две разные фазовые зависимости блеска противоположных сторон ее поверхности. Это различие связывается с обнаруженным цветовым пятном. Отмечается необычное увеличение блеска на фазовой кривой Фортуны в области α от 6° до 8° , которое может быть объяснено эффектом радуги.

Обсуждаются зависимости U–V и V–V от фазового угла для исследуемых малых тел. Большинство астероидов проявляют незначительное увеличение показателей цвета с фазовым углом, тогда как 44 Низа – уменьшение показателя цвета U–V с α , причем разное для противоположных сторон ее поверхности. Полученные цветовые фазовые зависимости 44 Низы подтверждают, что ее оппозиционный эффект является результатом обратного когерентного рассеяния света.

Все астероиды, кроме Низы, показали отсутствие цветовых вариаций за период вращения. Для Низы впервые получено изменение цвета U–V до 0.2 зв.вел. Анализ всех кривых блеска Низы, полученных с 1949 г., а также обнаруженные цветовые вариации дают основание предположить, что к северу от экватора находится обширная область с

иной отражательной способностью.

В третьей главе «Сравнение фазовых кривых блеска астероидов» выполнено сравнение фазовых зависимостей блеска астероидов, Луны, Марса и Меркурия. Дается обзор интерпретаций и сравнений фазовых зависимостей блеска астероидов, обосновывается использованный в работе способ сравнения.

По результатам сравнений получено, что для $\alpha < 7^\circ$ изменение блеска исследуемых астероидов одинаковое в пределах точности наблюдательных данных, исключая 44 Низу. Различие фазовых коэффициентов Психеи (0.027 зв.вел./град. при полярном аспекте и 0.035 зв.вел./град. при экваториальном) полностью объясняется несферической формой астероида. По усредненной в области оппозиционного эффекта фазовой кривой блеска и на базе теневого механизма рассеяния света получена величина пористости поверхностного слоя астероидов – 0.96. Показано, что фазовые кривые S, M-астероидов и Луны на всем наблюдаемом интервале фазовых углов подобны.

В четвертой главе «Оптические параметры поверхностей избранных астероидов» дана методика определения пористости поверхностного слоя астероидов, а также геометрического и сферического альbedo S и M-астероидов. Хорошее совпадение полученных значений геометрического альbedo с радиометрическими данными космического спутника IRAS говорит о применимости используемой методики. Полученные результаты вычислений средних спектральных оптических параметров астероидов 6, 16, 17, 20, 22, 29, 110, 133 и 354 приводятся в таблице, где λ - альbedo однократного рассеяния, A_G и A_C – геометрическое и сферическое альbedo, D – диаметр.

Таблица. Оптические параметры астероидов

| Астероид | Полоса | λ | A_{Γ} | A_C | D , км | A_{Γ} D , км | |
|-----------------------------|--------|-----------|--------------|-------|----------|-----------------------|-----|
| | | | | | | (радиометр.) | |
| 6 Геба (1958-1972) | V | 0.304 | 0.256 | 0.108 | 206 | 0.268 | 185 |
| | B | 0.258 | 0.216 | 0.089 | | | |
| | U | 0.200 | 0.167 | 0.068 | | | |
| 16 Психея (1979) | V | 0.144 | 0.120 | 0.048 | 249 | 0.120 | 253 |
| | B | 0.128 | 0.106 | 0.042 | | | |
| | U | 0.101 | 0.084 | 0.033 | | | |
| 17 Фетида (1977) | V | 0.185 | 0.154 | 0.062 | 97.1 | 0.171 | 90 |
| | B | 0.155 | 0.129 | 0.052 | | | |
| | U | 0.117 | 0.097 | 0.038 | | | |
| 20 Массалия (1979) | V | 0.304 | 0.256 | 0.108 | 140 | 0.210 | 145 |
| | B | 0.252 | 0.211 | 0.088 | | | |
| | U | 0.182 | 0.152 | 0.061 | | | |
| 22 Калиопа (1979) | V | 0.186 | 0.155 | 0.063 | 175 | 0.142 | 181 |
| | B | 0.177 | 0.148 | 0.059 | | | |
| | U | 0.160 | 0.133 | 0.053 | | | |
| 29 Амфитрита (1978) | V | 0.277 | 0.232 | 0.098 | 199 | 0.179 | 212 |
| | B | 0.229 | 0.192 | 0.079 | | | |
| | U | 0.168 | 0.140 | 0.056 | | | |
| 110 Лидия (1979) | V | 0.169 | 0.140 | 0.056 | 102 | 0.181 | 86 |
| | B | 0.162 | 0.135 | 0.054 | | | |
| 133 Кирена (1979 - 1980) | V | 0.304 | 0.256 | 0.108 | 72.1 | 0.256 | 66 |
| | B | 0.258 | 0.216 | 0.089 | | | |
| 354 Элеонора (1979) | V | 0.304 | 0.256 | 0.108 | 156 | 0.195 | 155 |
| | B | 0.228 | 0.190 | 0.078 | | | |
| | U | 0.146 | 0.121 | 0.048 | | | |

В заключении изложены основные результаты и выводы, полученные в диссертации и перспективы исследования астероидов:

1. Получены кривые блеска и фазовые кривые в UBV спектральных полосах девяти астероидов разных таксономических типов.

2. Среди исследуемых астероидов только 44 Низа проявляет вариации цвета по поверхности, а также значительное уменьшение показателя цвета $U-B$ с увеличением фазового угла.

3. Различие фазовых зависимостей блеска 16 Психеи, полученных при разных углах аспекта, объяснены несферической фигурой астероида.

4. Различие фазовых зависимостей блеска, полученных для противоположных сторон поверхности 44 Низа, обусловлено наличием цветовых вариаций.

5. Исследуемые C, S, M-астероиды показывают одинаковое изменение блеска в области оппозиционного эффекта, которое подобно лунному.

6. В рамках теневого механизма оппозиционного эффекта величина степени пористости поверхностных слоев C, S, M-астероидов равна 0,96.

7. Лунная фазовая зависимость блеска подобна фазовым кривым блеска S и M-астероидов на наблюдаемых интервалах фазовых углов.

8. Получены спектральные оптические параметры (альbedo однократного рассеяния частиц поверхности, геометрическое и сферическое альbedo) исследованных S, M-астероидов.

9. Предложенный способ оценки альbedo для S и M-астероидов позволяет определить блеск этих астероидов при любых условиях освещения.

10. Модельные расчеты фазовых зависимостей блеска разных эл-

липсоидов показали, что характер изменения блеска с фазовым углом зависит от способа учета кривой блеска.

Основные результаты работы изложены в следующих публикациях:

1. Тупиева Ф.А. UVV-фотометрия астероидов 19 Фортуна и 29 Амфитрита. // Тезисы докладов на Республиканской конференции молодых ученых и специалистов, Душанбе, 1980, с. 48-49.

2. Лупишко Д.Ф., Величко Ф.П., Тупиева Ф.А., Чернова Г.П. Ориентация оси вращения и UVV-фотометрия астероида 354 Элеонора. // Письма в АЖ, 1981, т. 7, с. 437-441.

3. Лупишко Д.Ф., Тупиева Ф.А., Величко Ф.П., Киселев Н.Н., Чернова Г.П. UVV-фотометрия астероидов 19 Фортуна и 29 Амфитрита. // Астрон. вестник, 1981, т. 15, № 1, с. 25-31.

4. Тупиева Ф.А. Фотоэлектрические наблюдения астероидов. // Тезисы докладов на Республиканской научно-теоретической конференции молодых ученых и специалистов в Тадж. ССР, Душанбе, 1982, с. 89.

5. Лупишко Д.Ф., Бельская И.Н., Тупиева Ф.А., Чернова Г.П. Фотометрия астероидов 20 Массалия и 110 Лидия в 1979 г. // Вестник Харьк. ун-та, 1982, № 232, с. 54-58.

6. Лупишко Д.Ф., Бельская И.Н., Тупиева Ф.А., Чернова Г.П., UVV-фотометрия астероидов М-типа 16 Психея и 22 Каллиопа. // Астрон. вестник, 1982, т. 16, № 2, с. 101-108.

7. Тупиева Ф.А. Оптические параметры поверхностного слоя астероидов 110 Лидия и 22 Каллиопа. // АЦ, 1982, № 1236, 4 октября.

8. Лупишко Д.Ф., Бельская И.Н., Тупиева Ф.А. Фотометрия астероида М-типа 21 Лютеция в 1981 и 1983 гг. // Письма в АЖ, 1983, т. 9, № 11, с. 691–694.

9. Тупиева Ф.А. О влиянии вращения астероида на фазовую зависимость блеска. // Бюллетень Ин-та астрофизики АН Тадж. ССР, 1987, № 77, с. 43–46.

10. Тупиева Ф.А. Оптические свойства поверхностных слоев избранных астероидов. // Тезисы докладов на Всесоюзной конференции «Методы исследования движения, физика и динамика малых тел Солнечной системы», Душанбе, 1989.

11. Лупишко Д.Ф., Тупиева Ф.А., Величко Ф.П., Бельская И.Н. Фотометрия астероидов 2, 4, 16, 17, 19, 20, 22 и 505. // Бюллетень Ин-та астрофизики АН Тадж. ССР, 1989, № 80, с. 13–17.

12. Каюмов В.В., Тупиева Ф.А. Исследование фотометрической системы телескопа АЗТ-8. // Бюллетень Ин-та астрофизики АН Тадж. ССР, 1989, № 80, с. 41–43.

13. Тупиева Ф.А. Сравнительный анализ фазовых зависимостей блеска астероидов. // Кинематика и физика небесн. тел, 1991, т. 7, № 3, с. 42–51.

14. Тупиева Ф.А. UVB-фотометрия 44 Низа. // Докл. АН Республики Таджикистан, 1999, т. 42, № 12, с. 4–8.

15. Tupieva F.A. UVB photometry 44 Nysa. // Astron. Astrophys., 2003, v. 408, p. 379–385.

По теме диссертации опубликовано 15 работ. В совместных работах вклад автора выражается в проведении наблюдений, обработке результатов наблюдений.



3

u

r

f

i

o

i

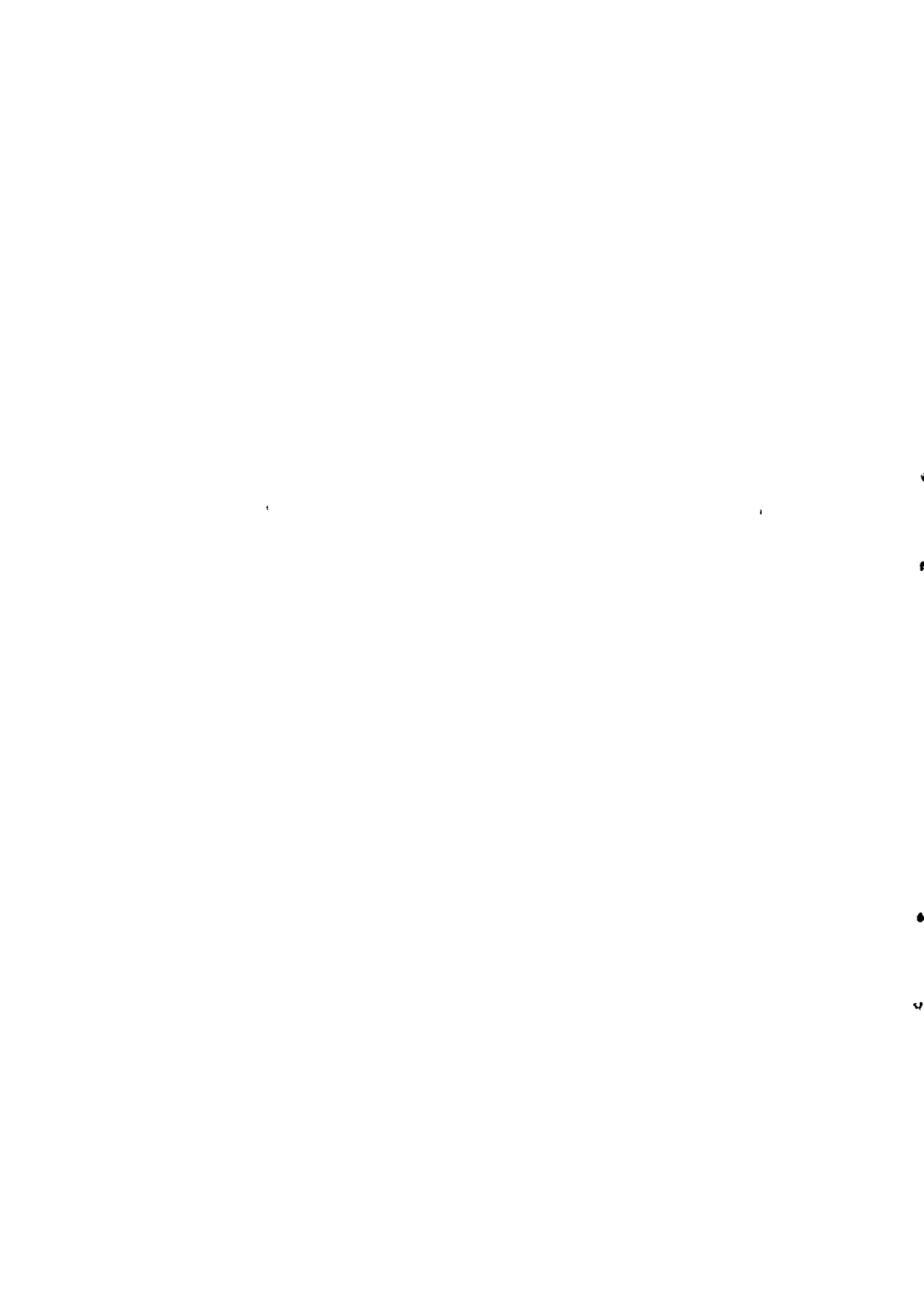
o

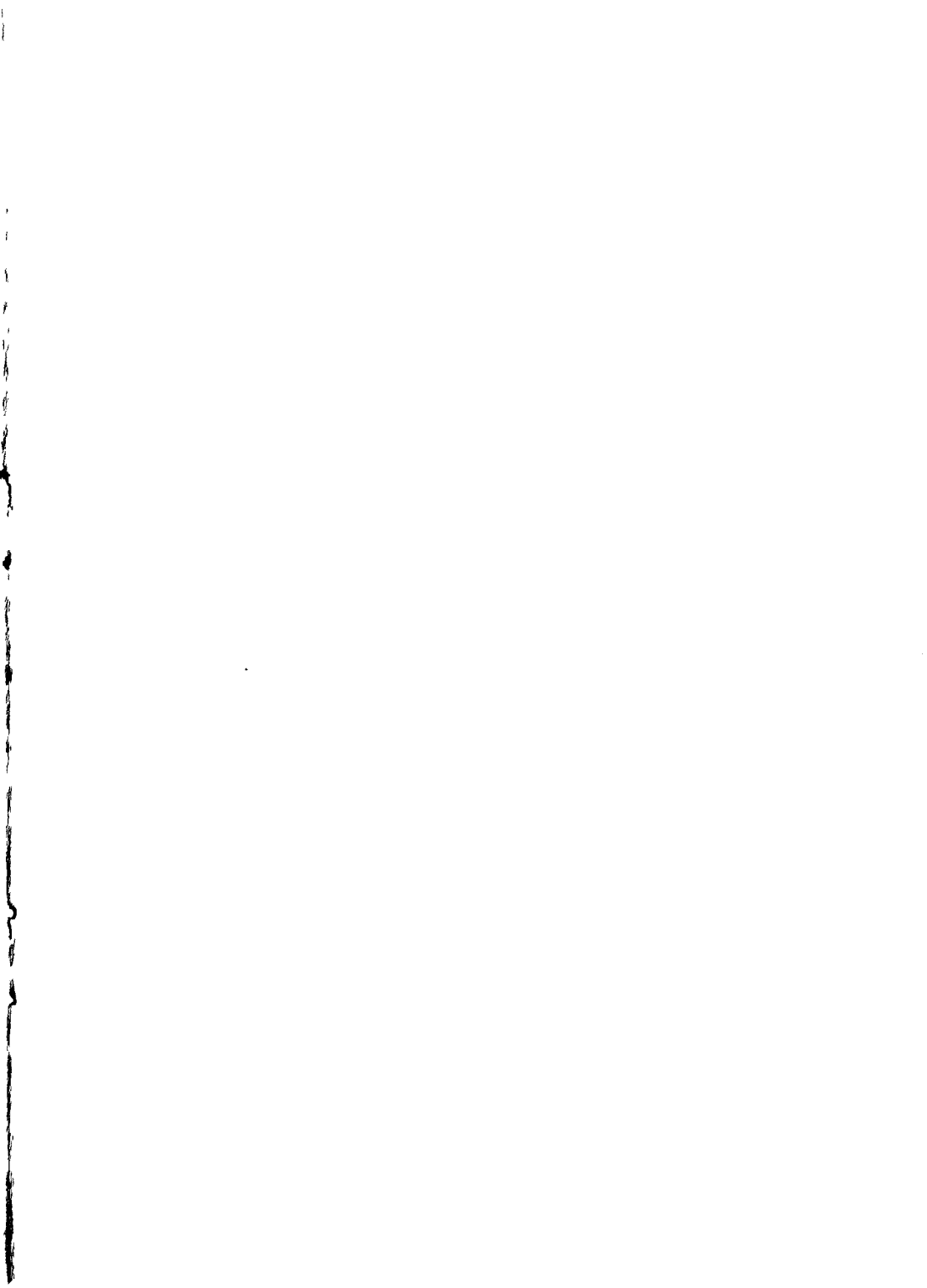
i

i

i

i





РНБ Русский фонд

2004-4

20155