электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

 # 05, май 2016

УДК 681.7.065.32

Проектирование оптимального технологического процесса изготовления призмы Шмидта

Крюкова К.А., *студент*
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Лазерные и оптико-электронные приборы»

Научный руководитель: Денисов Д.Г., к.т.н., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
denisovdg@bmstu.ru

Семенов А.П., ведущий инженер ОАО «ЛЗОС», к.т.н., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МИРЭА

Патрикеев В.Е. , начальник бюро ОАО «ЛЗОС»,
Россия, 140080, г. Лыткарино, ОАО «ЛЗОС»

Призмы - одни из основных элементов при создании оптических систем и ОЭП. Призма - оптическая деталь, ограниченная преломляющими и отражающими поверхностями, расположенными под углом друг к другу.

В зависимости от конфигурации отражательные призмы могут удлинять или сокращать габаритную длину хода лучей. Сокращение габаритного хода лучей вызывают призмы с многократным отражением, например, призма Шмидта. Призма Шмидта даёт зеркальное изображение и отклоняет оптическую ось на 45°. Призма обладает большой длиной хода лучей в стекле, что представляет удобство для сокращения длины приборов. Данная призма используется в оптических приборах типа микроскопа ОГМЭ-ПЗ, функциональная схема которого представлена на рис. 1. Призмы Шмидта (поз. 7) дают прямое изображение предмета и позволяют изменять межзрачковое расстояние прибора от 56 до 72 мм в соответствии с базой глаз наблюдателя.

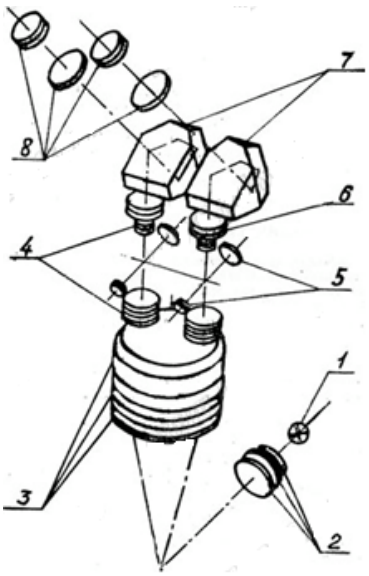

Рис. 1. Функциональная схема микроскопа ОГМЭ-П3 с объективом f=190мм

Конструктивное исполнение призмы Шмидта с требуемыми показателями качества материала и поверхности приведено на рис. 2.

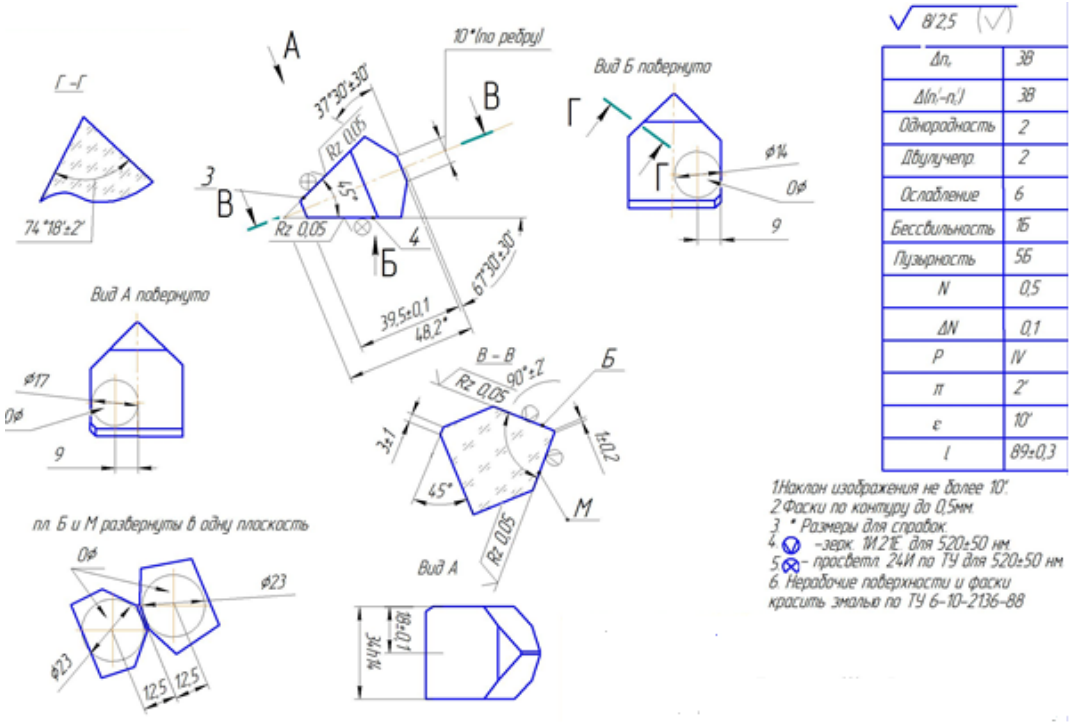

Рис. 2. Эскиз призмы Шмидта с заданными показателями качества материала и поверхности

Как видно из рис. 2, особые требования предъявляются не только к однородности оптического материала, но и к несимметричным размерам призмы, улучающие её точностные и эксплуатационные показатели в ОЭС и приборах.

Для достижения указанных на рис. 2 характеристик в работе предлагается разработанный оптимальный технологический процесс формообразования и контроля исполнительных и вспомогательных поверхностей призмы.

Рассмотрим данный технологический процесс изготовления призмы Шмидта в виде последовательности операций.

1. В качестве исходной заготовки используется прессовка (рис. 3) с требуемым качеством согласно спецификации. Заготовка обрабатывается до достижения заданных размеров. Контроль параметров заготовки проводится согласно конструкторской документации на оптическое изделие.

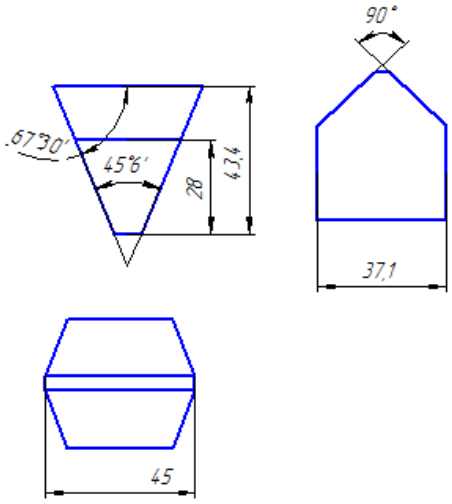

Рис. 3. Заготовка в виде прессовки

2. Блокирование призм в приспособление по 8 штук;
3. Шлифование первой поверхности призм на станке ЗД-756 (рис. 4);

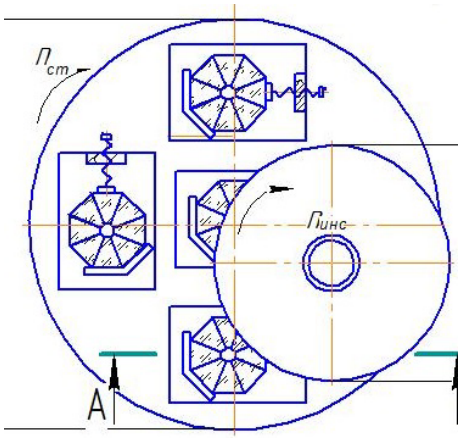

Рис. 4. Шлифование первой поверхности призм на станке ЗД-756

4. Шлифование второй поверхности призм на станке ЗД-756;
5. Замер толщины и разнотолщинности штангенциркулем;

6. Склеивание призм обработанными сторонами по 5 штук;
7. Шлифование третьей поверхности призм (∠45°) на станке ЗД-756 (рис. 5);
8.

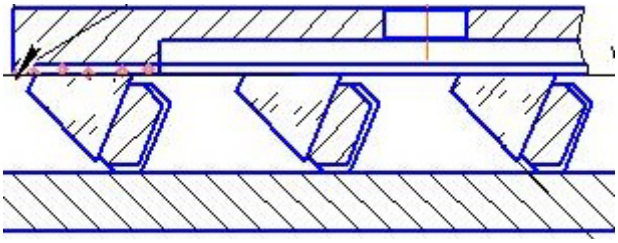

Рис. 5. Шлифование третий поверхности призм (∠45°) на станке ЗД-756

9. Проверка шероховатости и плоскостности обработанных деталей щупом;
10. Шлифование четвертой поверхности призм на станке ЗД-756;
11. Контроль шероховатости и плоскостности обработанных поверхностей призм согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
12. Шлифование ∠67°, выдерживая размер $37.0_{-0,1}$ (полнота призмы) (рис. 6);

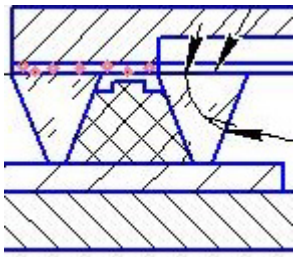

Рис. 6. Шлифование ∠67°, выдерживая размер $37.0_{-0,1}$ (полнота призмы)

13. Шлифование в размер $39{,}4_{-0,1}$ (высота призмы) (рис. 7);
14.

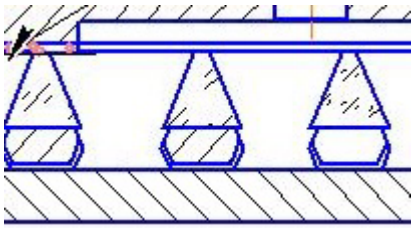

Рис. 7. Шлифование в размер $39{,}4_{-0,1}$ (высота призмы)

15. Контроль шероховатости и плоскостности обработанных поверхностей призм согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
16. Шлифование скосов под ∠105°±30’, выдерживая размер 10±0.3 (рис. 8);

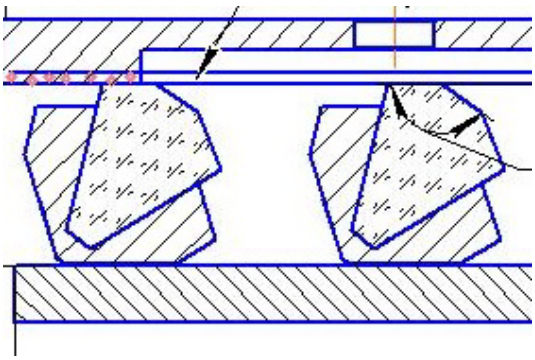

Рис. 8. Шлифование скосов под ∠105°±30’, выдерживая размер 10±0.3

17. Контроль угольником ∠105°;
18. Шлифование большой грани призмы, выдерживая размер $24{,}5_{+0{,}1}$ (рис. 9);

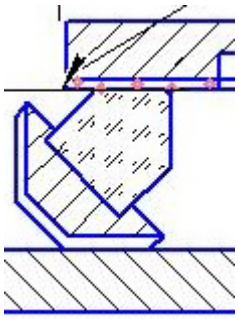

Рис. 9. Шлифование большой грани призмы, выдерживая размер $24{,}5_{+0{,}1}$

19. Шлифование меньшей грани призмы, выдерживая размер 19,0±0,5;
20. Контроль размеров по пунктам 16-17 согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
21. Шлифовать грань, выдерживая ∠85°±10’;
22. Контроль угольником ∠85°;
23. Расклейка, промывка, транспортировка деталей;
24. Довести ∠74°18’±2’ и ∠45°±6’ угольниками ∠74°18’ и ∠45°;
25. Нанести технологические фаски по всему периметру;
26. Межоперационный контроль микрометром, набором щупов;
27. Гипсование призм для обработки меньшей грани призмы;
28. Шлифование меньшей грани призмы порошками АСМ 28/20 и АСМ 14/10;
29. Контроль шероховатости лупой ЛП1-4^{x} согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
30. Полирование поверхности меньшей грани до получения Р=IV класса чистоты поверхности;

31. Межоперационный контроль полированной поверхности лупой ЛП1-4^{x} согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
32. Лакирование граней нитроэмалью;
33. Разгипсование;
34. Доводка призм, контролируя ∠74°±2′ и ∠90°±2′;
35. Гипсование призм для обработки большей грани призмы (рис. 10);

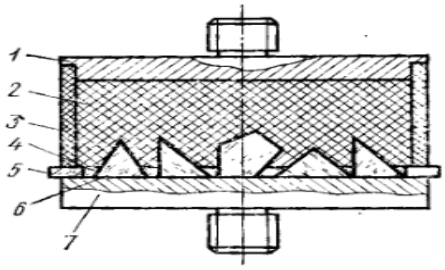

Рис. 10. Гипсование призм для обработки большей грани призмы

36. Шлифование меньшей грани призмы порошками АСМ 28/20 и АСМ 14/10;
37. Контроль шероховатости лупой ЛП1-4^{x} согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
38. Полирование поверхности большей грани до получения Р=IV класса чистоты поверхности (рис. 11);

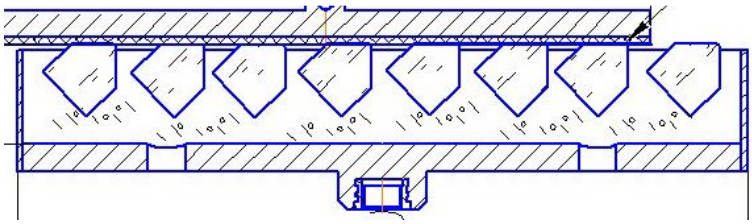

Рис. 11. Полирование поверхности большей грани до получения Р=IV класса чистоты поверхности

39. Межоперационный контроль полированной поверхности лупой ЛП1-4^{x} согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
40. Лакирование граней нитроэмалью;
41. Разгипсование;
42. Гипсование призм для обработки третьей грани призмы;
43. Шлифование меньшей грани призмы порошками АСМ 28/20 и АСМ 14/10;

44. Контроль шероховатости лупой ЛП1-4^{x} согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
45. Полирование поверхности большей грани до получения Р=IV класса чистоты поверхности;
46. Межоперационный контроль полированной поверхности лупой ЛП1-4^{x} согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
47. Лакирование граней нитроэмалью;
48. Разгипсование;
49. Гипсование призм для обработки четвертой грани призмы;
50. Шлифование меньшей грани призмы порошками АСМ 28/20 и АСМ 14/10;
51. Контроль шероховатости лупой ЛП1-4^{x} согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
52. Полирование поверхности большей грани до получения Р=IV класса чистоты поверхности;
53. Межоперационный контроль полированной поверхности лупой ЛП1-4^{x} согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
54. Лакирование граней нитроэмалью;
55. Разгипсование;
56. Нанесение технологических фасок согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
57. Нанесение просветляющего покрытия 24И на деталь (испарение фтористого магния MgF_2 в вакууме) (рис. 12). Контроль покрытия согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
58.

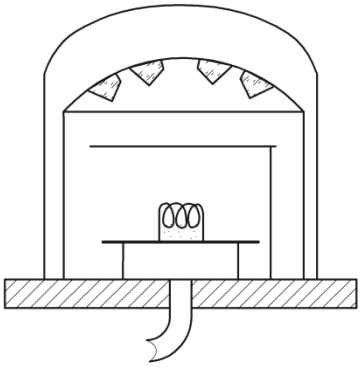

Рис. 12. Нанесение просветляющего покрытия в вакуумной печи

59. Нанесение зеркального покрытия 1И.21Е на деталь (алюминирование испарением в вакууме и фосфорнокислый аммоний электролизом). Контроль покрытия согласно конструкторской документации на оптическое изделие;
60. Зачистка деталей;
61. Контроль угла ∠90°±2′ автоколлиматорной установкой (рис. 13, рис. 14).

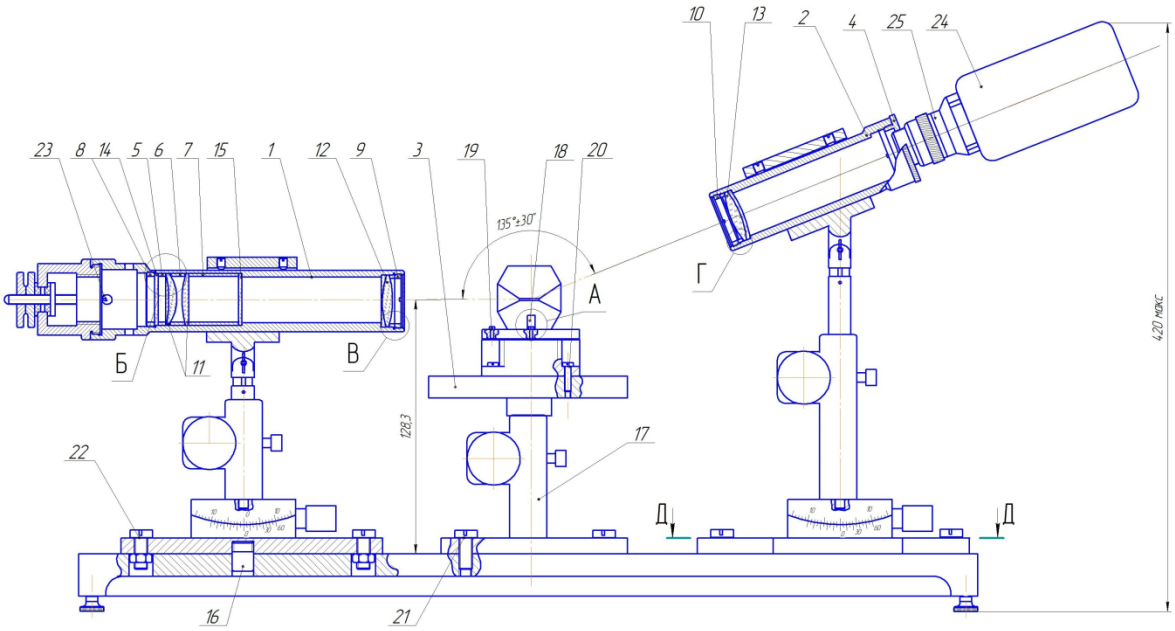

Рис. 13. Конструктивное исполнение стенда автоколлиматорной установки (вид спереди)

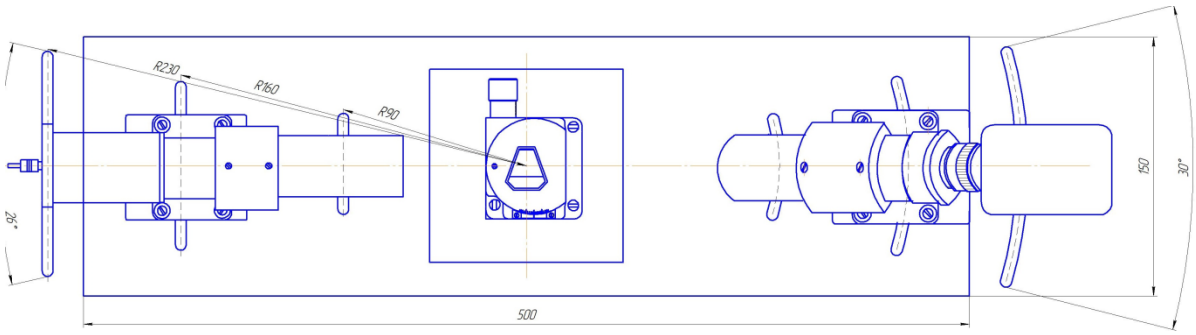

Рис. 14. Конструктивное исполнение стенда автоколлиматорной установки (вид сверху)

Функциональная схема прибора (рис. 15) состоит из коллиматора, проекционной системы, камеры. Оптические оси коллиматора и проекционной системы расположены под углом 135° друг к другу. Коллиматор состоит из объектива (поз.5), в фокусе которого расположена сетка с перекрестием (поз.4), подсвеченная через конденсор (поз.3) и светофильтром СЗС 24 ГОСТ 9411-75 (поз.2) лампой Б 230-95 (поз.1).Оптическая ось коллиматора перпендикулярна входной грани контролируемой призмы. Из коллиматора

выходит параллельный пучок лучей, который пройдя контролируемую призму, попадает в проекционную систему и направляется на ПЗС-матрицу камеры.

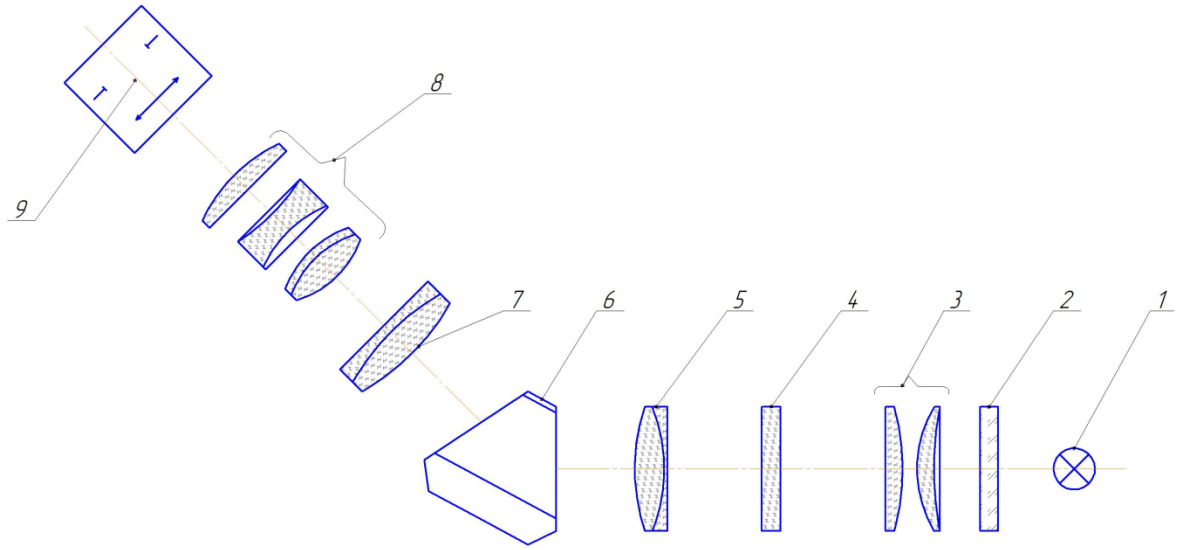

Рис. 15. Функциональная схема измерительного стенда автоколлиматорной установки

Узел проекционной системы состоит из объектива (поз. 7) и проекционного объектива (поз. 9). Оптическая ось проекционной системы расположена под углом 45° относительно входной грани призмы. Изображение сетки (поз. 4) строится объективами (поз. 5 и поз. 7) в фокальной плоскости объектива (поз. 7). Проекционный объектив (поз. 8) проецирует изображение сетки (поз.4) в плоскость анализа ПЗС-камеры (поз. 9).

Для определения угла 90° сначала в посадочное место устанавливают эталонную призму. После получения кадра блика (изображения сетки) устанавливается контролируемая призма Шмидта. Получается второй кадр блика. В зависимости от смещения блика от контролируемой призмы от блика от эталонной призмы находится погрешность угла. Если погрешность угла выходит за пределы (±2′), то призма считается негодной.

Таким образом, в работе представлен разработанный оптимальный технологический процесс изготовления призмы Шмидта с заданными показателями качества, указанными на рис. 2.

Разработана функциональная схема и конструкция кнтрольно-измерительного стенда на базе автоколлиматорной установки для аттестационного контроля ∠90° с погрешностью ±2′.

Результаты представленной работы могут быть использованы при разработке технологического процесса изготовления оптических изделий типа призмы Шмидта в производственных условиях.

Список литературы

[1]. Быков Б.З., Перов В.А. Оформление рабочих чертежей оптических деталей и выбор допусков на их характеристики: учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 101 с.

[2]. Быков Б.З., Перов В.А. Обработка оптических деталей алмазным инструментом: учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 61 с.

[3]. Справочник технолога-оптика / под ред. М.А. Окатова. СПб: Политехника, 2004. 723 с.