

Гузик В. Ф., Кидалов В. И., Самойленко А. П.

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ  
ДИАГНОСТИКА  
НЕРАВНОВЕСНЫХ  
ОБЪЕКТОВ**

Санкт-Петербург  
«Судостроение»  
2009

УДК 681.518.54:519.246

ББК 32.81

Г93

*Рецензенты:* д-р техн. наук В. Н. Иванченко,  
д-р техн. наук П. И. Соснин

**Гузик В. Ф., Кидалов В. И., Самойленко А. П.**

**Г93 Статистическая диагностика неравновесных объектов.** – СПб: Судостроение, 2009. – 304 с., ил.

В монографии излагаются методы и принципы статистической диагностики сложных технологических объектов в нештатных режимах. Основной акцент делается на рассмотрение новых методов статистической обработки выборок ограниченного объема значений контролируемых параметров, отображающих состояние диагностируемых объектов. Новые инженерные методы, основанные как на принципе аддитивной аппроксимации значений выборки симметричными стандартными вероятностными распределениями, так и на технологии полиномиальной интерполяции, доведены до аппаратно-программной реализации на реальных объектах. Изложенные решения могут быть использованы при создании автоматизированных комплексов стендов испытаний летательных аппаратов.

Книга предназначена главным образом для инженерно-технических работников в области авиакосмической промышленности, АСУТП, которым по роду практической деятельности требуется знание прикладных методов распознавания состояний, моделирования и прогнозирования параметров сложных объектов в условиях критически малых объемов эмпирических данных. Может быть полезна аспирантам и студентам вузов.

**УДК 681.518.54:519.246**

**ББК 32.81**

ISBN 978-5-7355-0729-1

© В. Ф. Гузик, В. И. Кидалов,  
А. П. Самойленко, 2009

© Издательство «Судостроение», 2009

## Литература

1. *Фролов К. В., Соколова А. Г.* Современные методы вибромониторинга и виброакустической диагностики машин // Наука – производству. 1998. № 10(12). С. 13–19.
2. *Бусленко Н. П., Калашников В. В., Коваленко И. А.* Лекции по теории сложных систем. – М.: Сов. радио, 1973. – 439 с.
3. *Чумаков Н. М., Серебряный Е. И.* Оценка эффективности сложных технических устройств. – М.: Сов. радио, 1980. – 192 с.
4. *Дружинин В. В., Конторов Д. С.* Системотехника. – М.: Радио и связь, 1985. – 200 с.
5. *Балашов Е. П.* Эволюционный синтез систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 328 с.
6. *Левин В. И.* Структурно-логические методы исследования сложных систем с применением ЭВМ. – М.: Наука, 1987. – 304 с.
7. *Биргер И. А.* Техническая диагностика. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
8. Диагностирование и прогнозирование технического состояния авиационного оборудования / Под ред. И. М. Синдеева – М.: Транспорт, 1984.
9. *Игнатъев М. Б., Мироновский Л. А., Юдович В. С.* Контроль и диагностика робототехнических систем. – Л.: ЛИАП, 1986.
10. *Клюев В. В., Пархоменко П. П., Абрамчук В. Е.* и др. Технические средства диагностирования: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 671 с.
11. *Кудрицкий В. Д., Сеница М. А., Чинаев П. И.* Автоматизация контроля радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Сов. радио, 1977. – 256 с.
12. *Мозгалеvский А. В.* Автоматический поиск неисправностей. – Л.: Машиностроение, 1967.
13. Основы технической диагностики. Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза / Под ред. П. П. Пархоменко. – М.: Энергия, 1976. – 464 с.
14. *Пархоменко П. П., Согомонян Е. С.* Основы технической диагностики (оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратурные средства). – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с.

15. *Сердаков А. С.* Автоматический контроль и техническая диагностика. – Киев: Техніка, 1971. – 244 с.
16. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. Т. 9. Техническая диагностика / Под общ. ред. В. В. Ключева, П. П. Пархоменко. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.
17. *Горелов О. И.* Поиск дефектов в сложных технических системах методами анализа диагностических графов. Вычисление дефектных компонент // Автоматика и телемеханика. 1987. № 10. С. 153–165.
18. *Гребенюк Г. Г.* Метод диагностики непрерывных объектов на графах // Автоматика и телемеханика. 1995. № 10. С. 137–146.
19. *Корноушенко Е. К.* Восстановление скалярного сигнала на входе дискретной линейной стационарной системы // Автоматика и телемеханика. 1991. № 6. С. 84–94.
20. *Платонов Г. Н., Манусов И. З.* Методы и средства технического диагностирования кузнечно-прессового оборудования. – М.: НИИ маш 1984. – 44 с.
21. *Панов Н. А. и др.* Система автоматизированного управления стендом длительных испытаний ДИСАР-90 на базе Трейс Моуд версии 4.24 // Приборы и системы. 2000. № 6. С. 28–29.
22. *Frank P. M.* Fault diagnosis in dynamic systems using analytical and knowledge based redundancy – a survey and some new results // Automatica. 1990. Vol. 26. № 3. P. 459–474.
23. *Isermann R.* Process fault detection based on modeling and estimation methods – a survey // Automatica. 1984. Vol. 20. № 4. P. 387–404.
24. Fault diagnosis in dynamic systems. Theory and applications / E. by R. Patton, P. Frank, R. Clark. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1989.
25. *Пригожин И. Р., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
26. *Колесников А. А.* Основы теории синергетического управления. – М.: Фирма «Испо-Сервис», 2000. – 264 с.
27. *Колесников А. А.* Синергетическая теория управления / Таганрог: ТРТУ, М.: Энергоатомиздат, 1994. – 344 с.
28. Современная прикладная теория управления: Синергетический подход в теории управления: В 3 т. / Под ред. А. А. Колесникова. Таганрог: ТРТУ, 2000.

29. *Николис Г., Пригожин И.* Самоорганизация в неравновесных системах. – М., 1979. – 422 с.
30. *Дмитриев А. К., Мальцев П. А.* Основы теории построения и контроля сложных систем. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 192 с.
31. *Калявин В. П., Мозгалецкий А. В.* Технические средства диагностирования. – Л.: Судостроение, 1984. – 208 с.
32. *Мозгалецкий А. В., Вольнский В. И., Гаскаров Д. В.* Техническая диагностика судовых автоматики. – Л.: Судостроение, 1972. – 224 с.
33. *Чейсек К.* Выявление дефектов электронных систем при помощи испытательного стробированного шума // *Электроника*. 1976. № 2. С. 37–44.
34. *Журавлев Ю. П., Копялюк Л. А.* Надежность и контроль ЭВМ. – М.: Сов. радио, 1978.
35. *Андерсон Ч.* Методы контроля микропроцессорных устройств // *Электроника*. 1976. № 8. С. 64–70.
36. *Мироновский Л. А.* Функциональное диагностирование динамических систем // *Автоматика и телемеханика*. 1980. № 8. С. 96–121.
37. *Берштейн М. С., Романкевич А. М.* Метод статистического контроля логических схем // *Кибернетика*. 1974. № 1. С. 58–67.
38. *Киселев В. Н., Сечкин В. А.* Техническая диагностика методами нелинейного преобразования. – М.: Энергия, 1980.
39. *Шибанов Г. П.* Распознавание в схемах автоконтроля. – М.: Машиностроение, 1973.
40. *Бердяков Г. И., Витенберг И. М.* Методы контроля аналоговых вычислительных машин. – М.: Машиностроение, 1978.
41. *Казначеев В. И.* Диагностика неисправностей цифровых автоматов. – М.: Сов. радио, 1975.
42. *Гаскаров Д. В., Голинкевич Т. А., Мозгалецкий А. В.* Прогнозирование технического состояния и надежности радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Сов. радио, 1974. – 224 с.
43. *Шустерович А. И.* Обнаружение неисправностей радиоэлектронного оборудования. – М.: Энергия, 1970.

44. *Добролюбов И. П., Альт В. В., Савченко О. Ф.* Измерительная экспертная система для определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания // Приборы и системы управления. 1998. № 12. С. 56–59.
45. *Петров С. Ю., Шифрин Б. М.* Модель управления установкой для получения целлюлозы на основе нечеткой логики // Приборы и системы. Управление, контроль и диагностика. 2002. № 2. С. 7–10.
46. *Рубцов Ю. Ф.* Вибродиагностические экспертные системы // Приборы и системы. 2000. № 6. С. 61–62.
47. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Конструирование интегральных критериев оценки эффективности систем управления и контроля // Радиозлектроника, электроника и энергетика: Шестая Междунар. НТК студентов и аспирантов. – М.: Изд-во МЭИ, 2000. Т. 1. С. 320–322.
48. *Самойленко А. П., Чернухин Ю. В., Усенко О. А.* Алгоритм синтеза функционала эффективности автоматизированных систем научных исследований // Новые информационные технологии в научных исследованиях и образовании. НИТ-2000: Тез. докл. V Всерос. НТК студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТА. 2000. С. 124–126.
49. *Усенко О. А.* Принципы построения интегральных критериев количественной оценки эффективности автоматизированных систем управления технологическими процессами // Фундаментальные и прикладные проблемы современной техники. – Ростов н/Д: СКНЦ ВШ, 2000. С. 157–170.
50. *Денисов А. А., Колесников Д. Н.* Теория больших систем управления. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 288 с.
51. *Lowry C. A., Woodal W. N.* A multivariate exponentially weighted moving average control chart // Technometrics. 1992. 34 p.
52. *Бурый А. С., Полоус А. И., Щяконов В. А.* Метод функционального диагностирования программно-управляемых объектов // Автоматика и телемеханика. 1998. № 4. С. 173–178.
53. *Дарховский Б. С., Бродский Б. Е.* Непараметрический метод скорейшего изменения среднего значения случайной последовательности // Теория вероятностей и ее применения. 1987. Т. 32. № 4. С. 703–711.

54. *Никифоров И. В.* Последовательное обнаружение изменений свойств временных рядов. – М.: Наука, 1983. – 199 с.
55. *Дарховский Б. С., Бродский Б. Е.* Проблемы и методы вероятностной диагностики // Автоматика и телемеханика. 1999. № 8. С. 3–49.
56. *Дарховский Б. С., Бродский Б. Е.* Сравнительный анализ некоторых непараметрических методов последовательного обнаружения разладки // Теория вероятностей и ее применения. 1990. Т 35. № 4. С. 655–668.
57. *Леман Э.* Проверка статистических гипотез. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
58. *Basseville M.* Detecting changes in signal and systems – a survey // Automatica. 1988. Vol. 24. № 3. P. 309–326.
59. *Ding X., Frank P. M.* Fault detection via factorization approach // Systems & Control Letters. 1990. № 14. P. 431–436.
60. *Ferger D.* Nonparametric tests for nonstandard change-point problems // Annals of Statistics. 1995. Vol. 23. № 5. P. 1848–1861.
61. *Kim H.-J., Siegmund D.* The likelihood ratio test for a change-point in a simple linear regression // Biometrika. 1989. Vol. 76. P. 409–423.
62. *Lucas J. M., Crosier R. P.* Robust cusum: a robustness study for cusum quality control schemes // Communication Statistic, Theory and Methods. 1992. Vol. 11. P. 2669–2687.
63. *McDonald D. A.* A cusum procedure based on sequential ranks // Naval Res. Logist. 1990. Vol. 37. P. 627–646.
64. *Moustakides G.* Optimal stopping times for detecting changes in distributions // Annals of Statistics. 1986. Vol. 14. P. 1379–1387.
65. *Salam Salloum, Melvin A. Breuer.* Fast Optimal Diagnosis Procedure for k-out-of-n G Systems // IEEE Trans. On Reliability. 1997. Vol. 6. №. 2. P. 283–290.
66. *Shewhart W. A.* Economic control of quality of manufactured product. N.Y.: D. van Nostrand, 1931.
67. *Zacks S.* Numerical determination of the distributions of stopping variables associated with sequential procedures for detection epochs of shift in distributions of discrete random variables // Communication Statistic. 1980. Vol. B9. № 1. P 1–18.

68. *Бродский Б. Е.* Асимптотически оптимальные методы в задаче скорейшего обнаружения разладки // Автоматика и телемеханика. 1995. № 9. С. 60–72; № 10. С. 50–59.
69. *Бродский Б. Е.* Метод расщепления смесей вероятностных распределений // Автоматика и телемеханика. 1996. № 2. С. 76–88.
70. *Рогозов Ю. И., Самойленко А. П., Усенко О. А.* Классификационный анализ методов синтеза моделей диагностирования технических систем // Новые информационные технологии. Разработка и аспекты применения: Тез. докл. IV Всерос. науч. конф. молодых ученых и аспирантов. – Таганрог: ТРТУ, 2001. С. 46–49.
71. *Пашковский Г. С.* Задачи оптимального обнаружения и поиска отказов в РЭА. – М.: Радио и связь, 1981. – 280 с.
72. *Ицкович Э. Л.* Контроль производства с помощью вычислительных машин. – М.: Энергия, 1975. – 416 с.
73. *Евланов Л. Г.* Контроль динамических систем. – М.: Наука, 1979. – 432 с.
74. *Елисеева И. И., Рукавишников В. О.* Группировка, корреляция, распознавание образов (Статистические методы классификации и измерения связей). – М.: Статистика, 1977. – 144 с.
75. Основы построения автоматизированных систем контроля сложных объектов / Под ред. П. И. Кузнецова. – М.: Энергия, 1969. – 479 с.
76. *Окунь Я.* Факторный анализ. – М.: Статистика, 1974. – 200 с.
77. *Прохоренко В. А., Смирнов А. Н.* Прогнозирование качества систем. – Минск: Наука и техника, 1976. – 200 с.
78. *Глудкин О. П., Гуров А. И., Коробов А. И.* и др. Управление качеством электронных средств / Под ред. О. П. Глудкина. – М.: Высш. шк., 1994. – 414 с.
79. *Усенко О. А.* Статистический метод оценки диагностической значимости параметров контролируемых технологических объектов // Фундаментальные и прикладные проблемы современной техники. – Ростов н/Д: СКНЦ ВШ, 2001. С. 153–176.
80. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Способ построения оптимального множества диагностически значимых параметров сложных объектов // Радиоэлектроника, электроника и энергетика: Восьмая



Междунар. НТК студентов и аспирантов. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. Т. 1. С. 375–376.

81. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Разработка алгоритма по выбору диагностических параметров при автоматизированном проектировании сложных объектов // XXVII Гагаринские чтения: Тез. докл. Междунар. молодежной науч. конф. – М.: Изд-во ЛАТМЭС, 2002. Т. 3. С. 165.
82. *Вентцель Е. С.* Теория вероятностей. – М.: Высш. шк., 1998. – 576 с.
83. *Мелихов А. Н., Берштейн Л. С., Курейчик В. М.* Применение графов для проектирования дискретных устройств. – М.: Наука, 1974. – 304 с.
84. *Оре О.* Теория графов. – М.: Наука, 1968. – 352 с.
85. *Харари Ф.* Теория графов. – М.: Мир, 1973. – 304 с.
86. *Кристофидес Н.* Теория графов. Алгоритмический подход. – М.: Мир, 1978. – 432 с.
87. *Уилсон Р.* Введение в теорию графов. – М.: Мир, 1977. – 208 с.
88. *Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
89. *Грубов В. И., Кирдан В. С., Козубовский С. Ф.* Справочник по ЭВМ. – Киев: Наук. думка, 1989. – 454 с.
90. А. с. Кл. G 06 F 15/46. Устройство для централизованного контроля / Е. М. Антонюк, П. Е. Антонюк, С. П. Долинов, А. Ф. Родимов. № 1603400. Оpubл. 30.10.90. Бюл. № 40.
91. А. с. Кл. G 06 F 15/46. Способ централизованного контроля нескольких объектов / П. Д. Баумерг, З. Е. Круашивили, В. Б. Файн. № 306466. Оpubл. 11.06.71. Бюл. № 19.
92. А. с. Кл. G 06 F 15/46. Способ централизованного контроля нескольких объектов / П. Д. Баумерг. № 487395. Оpubл. 05.10.75. Бюл. № 37.
93. Патент РФ № 2198418. Кл. 7 G 05 В 23/02. Способ централизованного контроля п объектов / А. П. Самойленко, О. А. Усенко. 2003. Бюл. № 4.

94. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Порядково-логический синтез системы контроля и диагностики состояния однородных технологических объектов // Новые информационные технологии. Разработка и аспекты применения: Тез. докл. III Всерос. науч. конф. молодых ученых и аспирантов. – Таганрог: ТРТУ, 2000. С. 98–101.
95. *Левин В. И.* Бесконечнозначная логика в задачах кибернетики. – М.: Радио и связь, 1982. – 176 с.
96. *Галустов Г. Г., Цымбал В. Г., Михалев М. В.* Принятие решений в условиях неопределенности. – М.: Радио и связь, 2001. – 196 с.
97. *Тихонов В. И.* Выбросы случайных процессов. – М.: Наука, 1970. – 392 с.
98. *Тихонов В. И., Хименко В. И.* Выбросы траекторий случайных процессов. – М.: Наука, 1987. – 304 с.
99. *Аринин Н. Н.* Диагностирование технического состояния автомобилей. – М.: Транспорт, 1978.
100. *Фомин Я. А.* Теория выбросов случайных процессов. – М.: Радио и связь, 1980. – 216 с.
101. *Yin Y.Q.* Detection of the number, location and magnitudes of jumps // Communication Statistic, Stochastic Models. 1988. Vol. 4. № 3. P. 445–455.
102. *Игнатов В. А., Маньшин Г. Г., Костановский В. В.* Элементы теории оптимального обслуживания технических изделий. – Минск: Наука и техника, 1974. – 192 с.
103. *Рогозов Ю. И., Самойленко А. П., Усенко О. А.* Комплексирование информационно-вычислительной машины для исследования и моделирования экологических параметров гидросферы // Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы: Тез. докл. Всерос. НТК студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТА, 2000. С. 27–28.
104. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Синтез встроенных средств диагностики состояния локальных энергопреобразователей // Ресурсо-энергосберегающие проекты и технологии: Тр. Всерос. научно-практич. конф. – М., 2001. С. 161–162.
105. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Синтез системы диагностики неравновесных антропогенных сред в базисе реляторных процессоров // Теория, методы и средства измерений, контроля и диагно-

- стики: Материалы Междунар. научно-практич. конф. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2000. Ч. 10. С. 36–37.
106. *Шимбирев П. Н.* Гибридные непрерывно-логические устройства. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 174 с.
  107. *Шор Я. Б.* Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. – М.: Сов. радио, 1962.
  108. *Советов Б. Я., Яковлев С. А.* Моделирование систем. – М.: Высш. шк., 1985. – 271 с.
  109. *Усенко О. А.* Моделирование аварийных ситуаций на железнодорожном транспорте // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта и роль молодых ученых в их решении: Материалы отраслевой НТК. – Ростов-н/Д: РИИЖТ, 1998. С. 103–104.
  110. *Перельман Н. И.* Оперативная идентификация объектов управления. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 272 с.
  111. *Пугачев В. С.* Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука, 1979. – 184 с.
  112. *Пугачев В. С.* Теория случайных функций. – М.: Физматгиз, 1962. 884 с.
  113. *Шаракшане А. С., Железнов И. Г.* Испытания сложных систем. – М.: Высш. шк., 1974. – 184 с.
  114. *Закс Л.* Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.
  115. *Груничев А. С., Кузнецов В. А., Шипов Е. В.* Испытания радиоэлектронной аппаратуры на надежность. – М.: Сов. радио, 1969. – 288 с.
  116. *Вентцель Е. С., Овчаров Л. А.* Теория вероятности и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1988. – 480 с.
  117. *Lu W., Fisher D.* Least-squares output estimation with multirate sampling // IEEE Trans. Autom. Contr. 1989. V. 34. № 6. P. 669–672.
  118. *McSorley E. O., Lu L., Li C.* Performance of parameter estimates in step-stress accelerated life-tests with various sample-size // IEEE Trans. Reliab. 2002. Vol. 51, № 3. P. 271–277.

119. *Королюк В. С., Портенко Н. И.* и др. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. – Киев: Наук. думка, 1978. – 584 с.
120. *Строганов П. П.* Управляющие машины и их применение. – М.: Высш. шк., 1978. – 264 с.
121. *Buzacott J., Shanthikumar J.* Modeling and analysis of manufacturing systems. – N.Y.: Wiley & Sons, 1993.
122. *Ушаков И. А.* Вероятностные модели надежности информационно-вычислительных систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 132 с.
123. *Glow F., Borton J.* Six Trends in PC-based Test-System Development // Evaluation Engineering. June 1998. P. 16–21.
124. *Smith J. E., Lam P.* A theory of Totally Self-checking System Design // IEEE Trans. 1983. Vol. 6–32. P. 831–844.
125. А. с. Кл. 5 G 06 F 15/36. Устройство для идентификации малой выборки / Л. А. Мартыщенко, А. В. Воловик. № 1774351. Бюл. № 41. 1992.
126. А. с. Кл. 5 G 06 F 15/36. Устройство для идентификации малой выборки / Л. А. Мартыщенко, А. В. Воловик. № 1774350. Бюл. № 41. 1992.
127. А. с. Кл. 5 G 06 F 15/36. Устройство для идентификации малой выборки / Л. А. Мартыщенко, А. В. Воловик. № 1705837. Бюл. № 2. 1992.
128. А. с. Кл. 5 G 06 F 15/36. Устройство для определения параметров распределения по малым выборкам / А. И. Буравлев, А. А. Бурба и др. № 1702393. Бюл. № 48. 1991.
129. А. с. Кл. 6 G 06 F 17/00. Экспресс анализатор / А. Ф. Богданова, И. В. Бредихин. № 2029363. Бюл. № 5. 1995.
130. *Гаскаров Д. В., Шаповалов В. И.* Малая выборка. – М.: Статистика, 1978. – 248 с.
131. *Самойленко А. П., Чапцев А. Г.* и др. Разработка и исследование системных подходов в области энергосберегающих технологий // Отчет о НИР № 42163, ГР № 01. 90001315 (заключительный). Инв. № 022000 1255. – Таганрог: ТРТУ, 2000.
132. А. с. № 2000610544 об официальной регистрации Роспатентом РФ программы для ЭВМ от 28.06.2000. Программный процессор

- по статистической обработке массивов малых выборок / В. Ф. Гужик, А. П. Самойленко, А. Г. Чапцев, М. А. Бондаренко.
133. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Компьютерные технологии обработки статистических массивов эмпирических данных критически малых объемов // Изв. ТРТУ–ДГТУ. Материалы V междунар. научно-техн. семинара «Практика и перспективы развития партнерства в сфере высшей школы». Кн. 1. – Таганрог–Донецк: ТРТУ, 2006. С. 159–163.
  134. *Тетин В. Г., Тартаковский Г. П.* Статистический анализ при априорной неопределенности и адаптация информационных систем. – М.: Сов. радио, 1977. – 432 с.
  135. *Ченцов Н. Н.* Статистические решающие правила и оптимальные выводы. – М.: Наука, 1972. – 520 с.
  136. *Золотарев В. М.* Современная теория суммирования независимых случайных величин. – М.: Наука, 1986. – 416 с.
  137. *Золотарев В. М.* О близости распределений двух сумм независимых случайных величин // Теория вероятностей и ее применения. – 1965. Т. 10. Вып. 3. С. 519–526.
  138. *Гнеденко Б. В., Колмогоров А. Н.* Предельные распределения для сумм независимых случайных величин. – М., Л.: ГИТТЛ, 1949.
  139. *Кароблис А.* Асимптотические разложения для распределений сумм независимых случайных величин // Литов. мат. сб. 1984. Т. 24. № 1. С. 70–82.
  140. *Кароблис А.* Об аппроксимации распределений сумм независимых случайных величин // Литов. мат. сб. 1983. Т. 23. № 1. С. 101–107.
  141. *Петров В. В.* Предельные теоремы для сумм независимых случайных величин. – М.: Наука, 1987. – 317 с.
  142. А. с. № 2002610727 об официальной регистрации Роспатентом РФ программы для ЭВМ от 17.05.2002. Программный анализатор стохастических моделей для систем контроля и диагностики состояния технологических объектов / Ю. И. Рогозов, А. П. Самойленко, О. А. Усенко.
  143. *Фомин Я. А. Тарловский Г. Р.* Статистическая теория распознавания образов. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.

144. А. с. № 2002611968 об официальной регистрации Роспатентом РФ программы для ЭВМ от 22.11.2002. Программа по реализации аддитивной аппроксимации данных ограниченного объема в базисе гауссовых вкладов / А. П. Самойленко, Ю. И. Rogozov, Р. В. Кудрявцев.
145. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Статистические технологии обработки эмпирических данных и верификация моделей естественной среды // Математическое моделирование и компьютерные технологии: Науч. тр. VI Всерос. симпоз. – Кисловодск, 2004. С. 33–36.
146. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Статистический анализатор для диагностики и прогноза экосистемы в реальном масштабе времени // Известия ТРТУ. Тематический выпуск: Материалы конкурса НИР молодых ученых ТРТУ в 2000 г. в области системных исследований, математического моделирования экосистем и геоэкологической безопасности. – Таганрог: ТРТУ, 2001. № 2(20). С. 36–39.
147. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Математическое обеспечение статистической системы диагностики малоинерционных объектов // Техническая кибернетика, радиоэлектроника и системы управления: Тез. докл. V Всерос. науч. конф. студентов и аспирантов. – Таганрог: ТРТУ, 2000. С. 185–186.
148. *Саридис Дж.* Самоорганизующиеся стохастические системы управления. – М.: Наука, 1980. – 400 с.
149. *Вазан М.* Стохастическая аппроксимация. – М.: Мир, 1972. – 295 с.
150. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Интерполяционный метод для обработки информационных массивов ограниченного объема // Известия ТРТУ: Материалы LI научно-техн. конф. проф. – преподав. состава, аспирантов и сотрудников ТРТУ. – Таганрог: ТРТУ, 2006. № 9 (53). С. 79.
151. *Гузик В. Ф., Самойленко А. П.* и др. Разработка и исследование технологии верификации моделей состояния и надежности РЭА по эмпирическим данным ограниченного объема: Отчет о НИР № 12200. ГР № 01200312863. Инв. № 02200305383. – Таганрог: ТРТУ–ТАНТК им. Г. М. Бериева, 2003. – 304 с.
152. *Марчук Г. И.* Методы вычислительной математики. – М.: Наука, 1980. – 536 с.

153. Альберг Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и ее приложение. – М.: Мир, 1972. – 234 с.
154. Завьялов В. С., Квасов В. И., Мирошниченко В. Л. Методы сплайн-функций / Под ред. И. Н. Яненко. – М.: Наука, 1980. – 352 с.
155. Вапник В. Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. – М.: Наука, 1979. – 448 с.
156. Резников А. П. Обработка накопленной информации в затрудненных условиях. – М.: Наука, 1976. – 242 с.
157. Брандт З. Статистические методы анализа наблюдений. – М.: Мир, 1975. – 312 с.
158. Гаскаров Д. В., Голинкевич Т. А., Мозгалецкий А. В. Прогнозирование технического состояния и надежности РЭА / Под ред. Т. А. Голинкевича. – М.: Сов. радио, 1974. – 224 с.
159. Лысенко Э. В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами. – М.: Радио и связь, 1987. – 272 с.
160. Кузнецов П. И., Пчелинцев Л. А. Последовательное обучение систем диагностики. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 112 с.
161. Управление качеством электронных средств / Под ред. О. П. Глудкина. – М.: Высш. шк., 1994. – 414 с.
162. Ljung L., Gunnarsson S. Adaptation and tracking in system identification. A survey // Automatica. 1990. V. 26. № 1. P. 7–21.
163. Дуб Д. Л. Вероятностные процессы. – М.: Изд-во иностр. лит. 1956. – 605 с.
164. Роббинс Г., Сигмунд Д., Чао И. Теория оптимальных правил остановки. – М.: Наука, 1977. – 167 с.
165. Ширяев А. И. Статистический последовательный анализ: Оптимальные правила остановки. – М.: Наука, 1976. – 272 с.
166. Цветков А. Г. Принципы количественной оценки эффективности радиоэлектронных средств. – М.: Сов. радио, 1971. – 200 с.
167. Rogozov Ю. И., Самойленко А. П., Усенко О. А. Разработка критерия оптимального управления процессом обучения адаптивной системы статистической диагностики технологических объектов // Техническая кибернетика, радиоэлектроника и системы управ-

- ления: VI Всерос. науч. конф. студентов и аспирантов ТРТУ. – Таганрог, 2002. С. 176–177.
168. *Заковряшин А. И.* Конструирование радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь, 1988. – 120 с.
169. *Беллман Р., Заде Л.* Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир, 1976. С. 172–216.
170. *Кофман А.* Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
171. *Кузнецов П. Б.* Нечеткие модели в методологии анализа дерева отказов // Континуальные логико-алгебраические исчисления и нейроматематика в науке, технике и экономике: Тр. Междунар. конф. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. Т. 3. С. 73–75.
172. *Zadeh L. A.* Fuzzy logic // Computer. 1988. V. 1. P. 83–93.
173. *Zadeh L. A.* The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems // Fuzzy Sets Syst. 1983. Vol. 11. P. 199–227.
174. *Zimmermann H.-J.* Fuzzy sets and its applications. Kluwer Academic Publishers, 1991.
175. *Глазунов Л. П., Грабовецкий В. П., Щербаков О. В.* Основы теории надежности автоматических систем управления. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 208 с.
176. *Дружинин Г. В.* Надежность автоматизированных производственных систем. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 480 с.
177. Надежность и эффективность АСУ / Под общ. ред. Ю. Г. Заренина. – Киев: Техніка, 1975. – 368 с.
178. *Самойленко А. П.* Основы теории надежности автоматизированных систем обработки информации и управления ТРТУ. – Таганрог, 2000. – 122 с.
179. *Самойленко А. П.* Надежность, эргономика, качество АСОИиУ: Учеб. пособие ТРТУ. – Таганрог, 2004. – 176 с.
180. *Джавадов Н. Г., Касимов Ф. Д.* и др. Надежность и качество автоматизированных систем обработки информации и управления: Учеб. пособие / Под ред. А. П. Самойленко. – Баку–Таганрог: Мутарджим, 2006. – 120 с.



181. *Ушаков И. А., Райнхисе К.* Оценка надежности систем с использованием графов. – М., 1988.
182. *Переверзев Е. С.* Случайные процессы в параметрических моделях надежности. – Киев: Наук. думка, 1987. – 240 с.
183. *Беленький Л. Б.* и др. Система измерения параметров многомерного движения в кривошипно-шатунном механизме двигателя внутреннего сгорания // Приборы и системы управления. 1998. № 12. С. 53–56.
184. *Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д.* Прикладная статистика: Исследование зависимостей: Справ. изд. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 487 с.
185. *Клюшник В. Г.* Техническое диагностирование системы наддува судового дизеля // Судовые энергетические установки и оборудование: Сб. науч. трудов. – Л.: Транспорт, 1984. С. 84–87.
186. *Игнатов В. Н.* Безразборная оценка технического состояния подшипников качения // Судовые энергетические установки и оборудование: Сб. науч. трудов. – Л.: Транспорт, 1984. С. 80–83.
187. *Арутюнов В. Р., Самойленко А. П., Усенко О. А.* Встроенная система контроля состояния дизельной энергоустановки // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: II Междунар. научно-техн. конф. студентов и аспирантов. Т. 2. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. С. 4–5.
188. *Самойленко А. П., Арутюнов В. Р.* Информационно-диагностическая система судового дизеля // Новые информационные технологии. Разработка и применение: Тр. VII Всерос. науч. конф. с международным участием. – Таганрог: Изд-во ПБОЮЛ А. А. Кравцов, 2004. С. 72–74.
189. *Самойленко А. П., Буряк А. В.* Статистическая диагностика состояния дизельной энергоустановки // Материалы Междунар. научно-техн. конф. студентов, аспирантов и ученых СевНТУ. – Севастополь, 2006. С. 250.
190. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Статистическая диагностика неравновесных объектов как управляемый случайный процесс // Вопросы специальной радиоэлектроники: Научно-техн. сб. Вып. 1. – М., Таганрог, 2006. С. 110–134.
191. *Самойленко А. П., Буряк А. В.* Диагноз состояния газотурбинного двигателя по правилу статистических решений // Техническая кибернетика, радиоэлектроника и системы управления: VIII Все-

- рос. науч. конф. студентов и аспирантов ТРТУ. – Таганрог, 2006. С. 13–14.
192. *Самойленко А. П., Булавина Т. Г.* Синтез систем автоматического контроля работоспособности технологических объектов // Вопросы специальной радиоэлектроники: Научно-техн. сб. Вып. 2. – М. – Таганрог, 2005. С. 147–166.
  193. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Логический синтез адаптивного автомата контроля и диагностики функционирования иерархических управляющих микропроцессорных систем / Деп. в ВИНТИ 10.11.99. № 3293–В99.
  194. *Васильев В. И., Гусев Ю. В., Иванов А. И.* и др. Автоматический контроль и диагностика систем управления силовыми установками летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1989.
  195. *Давыдов П. С., Иванов П. А.* Эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования: Справочник. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
  196. *Рогозов Ю. И., Самойленко А. П., Усенко О. А.* Автоматизированная оценка эксплуатационного качества динамических блоков летательных аппаратов // Новые информационные технологии. Разработка и аспекты применения: V Всерос. науч. конф. с международным участием молодых ученых и аспирантов ТРТУ. – Таганрог, 2002. С. 107–108.
  197. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Диагноз состояния технологического объекта по обобщенным контролируемым параметрам // Известия ТРТУ. Специальный выпуск. – Таганрог, 2002. № 1 (24). С. 98–99.
  198. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Информационная технология статистического моделирования динамических блоков летательных аппаратов // V Королевские чтения: Тез. докл. Всерос. студенческой науч. конф. СГАУ. – Самара, 1999. С. 155–156.
  199. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Программное обеспечение диагностики состояния при тренинге операторов // Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Бимедсистемы-99: Тез. докл. Всерос. НТК студентов, молодых ученых и специалистов РГРТА. – Рязань, 1999. С. 39–41.
  200. *Samoylenko A. P., Buryak A. V., Goncharov I. I.* The technologies of synthesis and verification the statical models of aircraft parameters in

- the basis of empirical data based on critically small samples // VI Sci. Conf. on hydroaviation abstracts. – М., 2006. P. 80.
201. *Самойленко А. П., Буряк А. В., Гончаров И. И.* Технологии синтеза и верификации статистических моделей параметров летательных аппаратов в базе эмпирических данных критически малых выборок // «Гидроавиасалон–2006». Сб. докл. VI конференции о гидроавиации Ч. 1. – М., 2006. С. 72–78.
  202. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Компьютерные технологии обработки статистических данных критически малых объемов // Изв. ТРТУ–Донецк ГТУ: Материалы V Междунар. научно-техн. семинара «Практика и перспективы развития партнерства в сфере высшей школы». – Таганрог–Донецк: Изд-во ТРТУ, 2006. Кн. 1. С. 159–163.
  203. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Алгоритм по управлению структурой системы контроля // Техническая кибернетика, радиоэлектроника и системы управления: Тезисы докладов IV Всерос. науч. конф. студентов и аспирантов ТРТУ. – Таганрог, 1998. С. 129–130.
  204. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Компьютерная технология формирования статистической модели технологической среды в критических режимах // Новые информационные технологии. Разработка и аспекты применения: Тезисы докладов II Всерос. науч. конф. молодых ученых и аспирантов ТРТУ. – Таганрог, 1999. С. 37–39.
  205. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Синтез модели работоспособности технологического объекта на основе аддитивной аппроксимации эмпирических данных малого объема стандартными распределениями // Моделирование неравновесных систем-2000: Материалы III Всерос. семинара. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2000. С. 221–222.
  206. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Статистический анализатор параметров при мониторинге технологических объектов в нештатных режимах // Моделирование неравновесных систем-2000: Материалы III Всерос. семинара. – Красноярск: ИПС КГТУ, 2000. С. 223–224.
  207. *Чавчанидзе В. В., Кумсишвили В. А.* Об определении законов распределения на основе малого числа наблюдений // Применение вычислительной техники для автоматизации производства. – М: Машгиз, 1961.

208. *Чернышев А. В.* Проектирование стендов для испытания и контроля бортовых систем летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1983. – 384 с.
209. А. с. № 1573461. Способ диагностирования состояния технического объекта с выбросами параметров и устройство для его осуществления. Кл. G 06 F 15/46. Бюл. № 23, 1990 / Е. П. Демиденко, Г. Н. Запорожцев.
210. А. с. № 433483. СССР. Устройство для поиска неисправностей МКИ G 06 f 11/00. Бюл. № 23, 1974 / Р. П. Зяблов, А. П. Самойленко.
211. А. с. № 434595. СССР. Коммутирующее устройство системы автоконтроля МКИ НОЗК 17/18. Бюл. № 24, 1974 / А. П. Самойленко, А. И. Плющев.
212. А. с. № 467331. СССР. Устройство для автоматического поиска неисправностей МКИ G05b 23/02. Бюл. № 14, 1975 / Р. П. Зяблов, А. П. Самойленко.
213. А. с. № 496561. СССР. Устройство для диагностики неисправностей. МКИ G06f 11/00. Бюл. № 47, 1975 / А. П. Самойленко, Б. В. Городецкий.
214. А. с. № 489115. СССР. Устройство автоматического контроля. МКИ G06f 15/46. Бюл. № 39, 1975 / А. П. Самойленко.
215. А. с. № 534762. СССР. Устройство для поиска экстремальных значений. МКИ G06f 7/06. Бюл. № 41, 1976 / А. П. Самойленко, М. Д. Скубилин.
216. А. с. № 525083. СССР. Устройство для поиска экстремальных значений. МКИ G06f 7/06, 1976 / А. П. Самойленко, М. Д. Скубилин.
217. А. с. № 541150. СССР. Устройство для локализации отказов радиоэлектронных систем. МКИ G06f 15/46. Бюл. № 48, 1976 / А. П. Самойленко, М. Д. Скубилин.
218. А. с. № 583442. СССР. Анализатор выбросов случайных процессов. МКИ G0f 15/36. Бюл. № 45, 1977 / А. П. Самойленко, М. Д. Скубилин, В. В. Лесков.
219. А. с. № 511536. СССР. Устройство для анализа интервалов времени. МКИ G06f 15/31. Бюл. 9, 1978 / А. П. Самойленко, М. Д. Скубилин, В. В. Лесков, В. А. Карачевчев.

220. А. с. № 625206. СССР. Устройство для контроля и регистрации результатов контроля. МКИ G06f 11/00. Бюл. № 35, 1978 / А. П. Самойленко, М. Д. Скубилин, Г. И. Гаркаленко.
221. *Ибрагимов И. А., Хасьминский Р. З.* Асимптотическая теория оценивания. – М.: Наука, 1979. – 528 с.
222. *Ермаков В. Ф.* Спутник механика теплохода. Вопросы и ответы: Справочник. – М.: Транспорт, 1989. – 223 с.
223. *Королев Н. И.* Эксплуатация судовых дизелей. – М.: Транспорт, 1974. – 256 с.
224. Справочник судового механика / Под. общ. ред. Л. Л. Грицай: В 2 т. – М.: Транспорт, 1973. – 1376 с.
225. *Варжапетян А. Г., Свительский А. И., Якушев В. И.* Готовность судовых систем управления. – Л.: Судостроение, 1973. – 264 с.
226. *Климов Е. Н., Попов С. А., Сахаров В. В.* Идентификация и диагностика судовых технических систем. – М.: Судостроение, 1978. – 174 с.
227. Техническая диагностика гидравлических приводов / Под ред. Т. М. Башты. – М.: Машиностроение, 1989.
228. *Рогозов Ю. И., Самойленко А. П., Усенко О. А.* Разработка адаптивной системы статистической диагностики по фактическому состоянию неравновесных объектов управления // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2003. № 4. С. 55–64.
229. *Буков В. Н., Максименко И. М.* Три подхода к задаче контроля технического состояния // Автоматика и телемеханика. 1995. № 3. С. 165–178.
230. *Самойленко А. П., Усенко О. А.* Математическая модель и функциональная реализация метода контроля теплопрочностного и вибрационного состояния несущей системы летательных аппаратов // Авиакосмическое приборостроение. 2006. № 2. С. 25–35.
231. *Рогозов Ю. И., Самойленко А. П., Усенко О. А.* Стратегии контроля неравновесных объектов: Монография, 2004. – 110 с. Деп. ВИНТИ, 793-В.
232. Исследования и выбор рациональных методов и технических средств контроля и обслуживания бортовых радионавигационных средств: Отчет по НИР / МИИГА. № Гр. 76019683. – М., 1986–1991.

# СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ НАУЧНОГО РЕДАКТОРА .....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	7
Глава 1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В НЕШТАТНЫХ РЕЖИ- МАХ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	14
1.1. Характеристика особенностей сложных объектов в нештатных режимах.....	14
1.2. Математическая формализация задачи контроля и диагностики технического состояния ТО в нештатных режимах.....	18
1.3. Анализ возможности применения традиционных методов для диагностирования сложных ТО в нештатных режимах.....	24
1.4. Сравнение методов диагностирования.....	31
1.5. Постановка задачи исследования .....	37
1.6. Выводы.....	38
Глава 2. МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВА КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОН- ТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ .....	40
2.1. Выбор оценочного критерия значимости контролируемых параметров слабоструктурированных объектов .....	40
2.2. Статистический метод формирования множества диагностически значимых параметров ТО с использованием графовой интерпретации .....	45
2.3. Разработка метода оценки значимости входных параметров на основе линейной регрессионной модели.....	53
2.4. Метод оценки значимости однородных независимых параметров средствами порядковой логики .....	55
2.5. Выводы.....	61

**Глава 3. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА  
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ В БАЗИСЕ АДДИТИВНОЙ АП-  
ПРОКСИМАЦИИ СТАНДАРТНЫМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ..... 63**

3.1. Характеристика выбросов как диагностических параметров сложных ТО в нештатных режимах .....	63
3.2. Мониторинг выбросов случайных процессов контролируемых параметров .....	68
3.3. Оценка критического объема выборок при традиционном подходе обработки стохастических массивов .....	75
3.4. Принципы обработки диагностических данных в базе аддитивной аппроксимации стандартными распределениями .....	79
3.5. Разработка методов вкладов.....	86
3.6. Разработка метода имитационного моделирования для идентификации вероятностных моделей параметров на основе статистик малых выборок .....	96
3.7. Оценка моментов стохастического массива малой выборки ....	97
3.8. Модификация метода стохастической аппроксимации Роббинса–Монро для обеспечения непрерывного мониторинга параметров ТО.....	98
3.9. Выводы.....	101

**Глава 4. ОБРАБОТКА ДАННЫХ КРИТИЧЕСКИ  
ОГРАНИЧЕННЫХ ОБЪЕМОМ О СОСТОЯНИИ ОБЪЕКТОВ КОН-  
ТРОЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕРПОЛЯЦИИ..... 102**

4.1. Построение эмпирического случайного процесса изменения уровня безотказности изделий РЭО на основе интерполяции .....	102
4.2. Выбор интерполирующей функции .....	108
4.3. Исследование сходимости эмпирических функций распределения.....	118
4.4. Обработка данных об отказах РЭО с использованием эмпирического случайного процесса .....	123
4.5. Прогнозирование показателей надежности .....	131
4.6. Выводы.....	135

<b>Глава 5. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ДИАГНОСТИКИ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В НЕШТАТНЫХ РЕЖИМАХ .....</b>	<b>136</b>
5.1. Мартингальная интерпретация обучения систем диагностики как «игры с природой» .....	136
5.2. Общее решение задачи определения оптимального момента перехода на статистическую диагностику.....	139
5.3. Конструирование критерия момента перехода на статистическую диагностику .....	142
5.4. Разработка метода оценки состояния ТО по моделям работоспособности контролируемых параметров .....	144
5.5. Методика локализации неисправностей в условиях неопределенности .....	152
5.6. Выводы.....	157
 <b>Глава 6. АПРОБАЦИЯ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВЕРИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ .....</b>	 <b>158</b>
6.1. Оценка значимости разнородных параметров и формирование множества диагностических параметров ТО.....	158
6.2. Аппаратная реализация метода динамического определения значимости однородных контролируемых параметров ТО.....	171
6.3. Построение вероятностных моделей работоспособности однотипных изделий на примере блоков ГР-1 и ГР-2 РЛС «Гроза» .....	179
6.4. Верификация методики по локализации неисправностей сложного ТО на примере судового малооборотного дизеля.....	183
6.5. Разработка обобщенной структуры и алгоритма функционирования адаптивной системы статистической диагностики по фактическому состоянию сложных ТО в нештатных режимах .....	187
6.6. Выводы.....	192



Глава 7. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ КРИТИЧЕСКИ МАЛЫХ ОБЪЕМОВ В БАЗИСЕ ИНТЕРПОЛЯЦИИ .....	193
7.1. Цель экспериментального исследования и краткая характеристика исходных данных .....	193
7.2. Эмпирический случайный процесс изменения уровня безотказности конкретных изделий .....	194
7.3. Применение эмпирического случайного процесса для анализа показателей надежности реальных систем РЭО .....	195
7.4. Сравнительный анализ показателей надежности РЭО, оцененных по существующей и предложенной методикам .....	210
7.5. Прогнозирование уровня безотказности конкретных изделий РЭО .....	218
7.6. Выводы .....	223
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	225
ПРИЛОЖЕНИЕ А Оценка расхождения суммы случайных величин от нормального закона .....	228
ПРИЛОЖЕНИЕ В Критические значения коэффициентов парной корреляции при $\alpha=0,05$ .....	230
ПРИЛОЖЕНИЕ С Листинг программного модуля по расчету коэффициентов значимости параметров .....	231
ПРИЛОЖЕНИЕ D Статистические данные о суммарных наработках на отказ и наработках между отказами блоков ГР-1 и ГР-2 радиолокационной станции (РЛС) «Гроза» .....	240
ПРИЛОЖЕНИЕ E Наиболее распространенные теоретические законы распределений .....	248

ПРИЛОЖЕНИЕ F	
Экранные формы программного статистического анализатора .....	253
ПРИЛОЖЕНИЕ G	
Неисправности двигателя внутреннего сгорания.....	259
Литература .....	278