

## Список литературы

1. A next-generation dynamic programming language Julia: Its features and applications in biological science / S. Pal [et al.] // Journal of Advanced Research. — 2023. — Nov. 21. — P. 1–12. — DOI: 10.1016/j.jare.2023.11.015.
2. Catalyst: Fast and flexible modeling of reaction networks / T. E. Loman [et al.] // PLOS Computational Biology / ed. by C. A. Ouzounis. — 2023. — Oct. — Vol. 19, no. 10. — e1011530.1–19. — DOI: 10.1371/journal.pcbi.1011530.
3. Catalyst: Fast Biochemical Modeling with Julia / T. E. Loman [et al.]. — 08/2022. — DOI: 10.1101/2022.07.30.502135. — bioRxiv: 2022.07.30.502135.
4. *Doi M.* Stochastic theory of diffusion-controlled reaction // Journal of Physics A: Mathematical and General. — 1976. — Vol. 9, no. 9. — P. 1479–1495. — DOI: 10.1088/0305-4470/9/9/009.
5. Implementation of an analytical-numerical approach to stochastization of one-step processes in the Julia programming language / A. V. Fedorov [et al.] // Workshop on information technology and scientific computing in the framework of the XI International Conference Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems (ITTMM-2021). Vol. 2946 / ed. by D. S. Kulyabov, K. E. Samouylov, L. A. Sevastianov. — Moscow, 04/2021. — P. 92–104. — (CEUR Workshop Proceedings).
6. Julia for Biologists / E. Roesch [et al.]. — 2021. — DOI: 10.48550/ARXIV.2109.09973. — arXiv: 2109.09973.
7. Julia: A Fast Dynamic Language for Technical Computing / J. Bezanson [et al.]. — 2012. — arXiv: 1209.5145.
8. Julia: A fresh approach to numerical computing / J. Bezanson [et al.] // SIAM Review. — 2017. — Jan. — Vol. 59, no. 1. — P. 65–98. — DOI: 10.1137/141000671. — arXiv: 1411.1607.
9. *Korolkova A. V., Kulyabov D. S.* One-step Stochastization Methods for Open Systems // EPJ Web of Conferences / ed. by G. Adam, J. Buša, M. Hnatič. — 2020. — Jan. — Vol. 226. — P. 02014.1–4. — DOI: 10.1051/epjconf/202022602014.
10. *Laidler K. J.* Chemical Kinetics. — 3rd ed. — Prentice Hall, Inc., 01/17/1987. — 531 p.
11. *Lotka A. J.* Elements of Physical Biology. — Baltimore : Williams, Wilkins Company, 1925. — 435 p.
12. Operator Approach to the Master Equation for the One-Step Process / M. Hnatič [et al.] // EPJ Web of Conferences / ed. by G. Adam, J. Buša, M. Hnatič. — Stará Lesná, 2016. — Vol. 108. — P. 58–59. — DOI: 10.1051/epjconf/201610802027. — arXiv: 1603.02205.
13. *Rackauckas C., Nie Q.* DifferentialEquations.jl - A Performant and Feature-Rich Ecosystem for Solving Differential Equations in Julia // Journal of Open Research Software. — 2017. — Vol. 5, May. — DOI: 10.5334/jors.151.
14. *Schlögl F.* Chemical reaction models for non-equilibrium phase transitions // Zeitschrift für Physik. — 1972. — Vol. 253, no. 2. — P. 147–161. — DOI: 10.1007/BF01379769.
15. Stochastization Of One-Step Processes In The Occupations Number Representation / A. V. Korolkova [et al.] // Proceedings 30th European Conference on Modelling and Simulation. — Regensburg, Germany : ECMS, 06/2016. — P. 698–704. — DOI: 10.7148/2016-0698.
16. *Базыкин А. Д.* Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. — Москва–Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2003. — 368 с.
17. *Братусь А. С., Новожилов А. С., Платонов А. П.* Динамические системы и модели биологии / под ред. Ю. А. Тюрина. — Москва : Физматлит, 2010. — 400 с.
18. *Ван-Кампен Н. Г.* Стохастические процессы в физике и химии : пер. с англ. — Москва : Высшая школа, 1990. — 376 с. — Пер. по изд.: *Kampen N. G. van.* Stochastic Processes in Physics and Chemistry. — Elsevier Science, 2011. — (North-Holland Personal Library).
19. *Вольтерра В.* Математическая теория борьбы за существование : пер. с фр. — Москва : Наука, 1976. — 288 с. — Пер. по изд.: *Volterra V.* Leçons sur la Théorie mathématique de la lutte pour la vie. — Paris : Gauthiers-Villars, 1931.

20. *Гардинер К. В.* Стохастические методы в естественных науках : пер. с англ. — Москва : Мир, 1986. — 528 с. — Пер. по изд.: *Gardiner C. W.* Handbook of Stochastic Methods: for Physics, Chemistry and the Natural Sciences. — Springer Series in Synergetics, 1985.
21. *Демидова А. В.* Метод построения стохастических моделей одношаговых процессов : дис. ... канд. / Демидова А. В. — РУДН, 2014.
22. *Кулябов Д. С., Демидова А. В.* Введение согласованного стохастического члена в уравнение модели роста популяций // Вестник РУДН. — 2012. — Т. 3. — С. 69—78. — (Серия «Математика. Информатика. Физика»).
23. *Кулябов Д. С., Королькова А. В.* Компьютерная алгебра на Julia // Программирование. — М., 2021. — № 2. — С. 44—50. — DOI: 10.31857/S0132347421020084. — arXiv: 2108.12301.

## Литература

1. Королькова А. В. Определение области возникновения автоколебаний в системах типа red // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». — 2010. — № 1. — С. 110–112.
2. Королькова А. В., Кулябов Д. С. Математическая модель динамики поведения параметров систем типа red // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». — 2010. — № 2. — С. 54–64.
3. Королькова А. В., Черноиванов А. И. Моделирование при помощи стохастических дифференциальных уравнений поведения ТСП-трафика при взаимодействии с узлом, работающим по алгоритму RED. — М. : МФТИ, 2009. — Т. 1. — С. 130–133.
4. Ланжевен П. Избранные труды. О теории броуновского движения. — М. : Изд. АН СССР, 1960. — 729 с.
5. Перцев Н. В., Логинов К. К. Стохастическая модель динамики биологического сообщества в условиях потребления особями вредных пищевых ресурсов // Математическая биология и биоинформатика. — 2011. — Т. 6, № 1. — С. 1–13. — URL: [http://www.matbio.org/2011/Pertsev2011\(6\\_1\).pdf](http://www.matbio.org/2011/Pertsev2011(6_1).pdf).
6. Павловский И. П., Суслин В. М. Стохастическая модель эволюции популяции в пространстве // Математическое моделирование. — 1994. — Т. 6, № 3. — С. 9–24.

7. Ширяев А. Н. Основы стохастической финансовой метематики. — Москва : Фазис, 1998. — 512 с.
8. Оксендаль Б. Стохастические дифференциальные уравнения. Введение в теорию и приложения. — Москва : Мир, 2003. — 408 с.
9. Еферица Е. Г. Согласованное введение стохастики в эпидемиологическую модель // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем»: Тезисы докладов. — М. : РУДН, 2014. — С. 233–235.
10. Велиева Т. Р., Королькова А. В., Кулябов Д. С., Сантуш Б. А. Модель управления очередями на маршрутизаторах // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». — 2014. — № 2. — С. 81–92.
11. Мальтус Т. Р. Опыт закона о народонаселении. — Москва, 1895.
12. Lotka A. J. Elements of Physical Biology. — BiblioBazaar, 2011. — 492 p. — ISBN: 9781178508116. — URL: <http://books.google.ru/books?id=tFN9pwAACAkJ>.
13. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование // Успехи физических наук. — 1928. — Т. 8, № 1. — С. 13–34.
14. Гардинер К. В. Стохастические методы в естественных науках. — Москва : Мир, 1986. — 528 с.
15. Рёпке Г. Неравновесная стохастическая механика. — Москва : Мир, 1990. — 320 с.
16. Risken H. The Fokker-Planck Equation. Methods of Solution and Applications. — Springer Series in Synergetics, 1984. — 425 p.

17. Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1. — Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. — 232 с.
18. Одум Ю. Основы экологии. — Москва : Мир, 1975. — 740 с.
19. Базыкин А. Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. — Москва-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2003. — 368 с.
20. Рубин А. Б., Пытьева Н. Ф., Ризниченко Г. Ю. Кинетика биологических процессов. — Изд-во Моск. ун-та, 1977. — 330 с.
21. Lotka A. J. Elements of Physical Biology. — Baltimore : Williams & Wilkins Company, 1925. — 460 p.
22. Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Математические модели биологических продукционных процессов. — Изд-во МГУ, 1993.
23. Колмогоров А. Н. Качественное изучение математических моделей популяций // Проблемы кибернетики. — 1972. — № 25. — С. 101–106.
24. Базыкин А. Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. — Москва : Наука, 1985. — 182 с.
25. Марри Д. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях. — М. : Мир, 1983. — 397 с.
26. Ризниченко Г. Ю. Математические модели в биофизике и экологии. — Москва-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2003. — 183 с.
27. Разжевайкин В. Н. Модели динамики популяций. — М. : ВЦ РАН им. А.А.Дородницына, 2006. — 87 с.
28. Зарипов Ш. Х. Дискретные модели популяций. Часть 1. Разностные уравнения. — Казань : Изд-во Казанского государственного университе-

- та, 2008. — 36 с.
29. Братусь А. С., Новожилов А. С., Платонов А. П. Динамические системы и модели биологии. — М. : Физматлит, 2010. — 400 с.
  30. Свирежев Ю. М., Логофет Д. О. Устойчивость биологических сообществ. — М. : Наука, 1978. — 352 с.
  31. Бейли Н. Т. Д. Математика в биологии и медицине. — Москва : Мир, 1970. — 326 с.
  32. Недорезов Л. В., Утюпин Ю. В., Утюпина С. П. Эффект насыщения в модели системы «хищник-жертва» // Сибирский журнал индустриальной математики. — 2001. — Т. 4, № 1(7). — С. 150–164.
  33. Эрроусмит Д., Плейс К. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями. — М. : Мир, 1986. — 243 с.
  34. Горяченко В. Д. Элементы теории колебаний. — М. : Высшая школа, 2001. — 395 с.
  35. Масина О. Н., Дружинина О. В. Существование устойчивых состояний равновесия и предельные свойства решений обобщенных систем лотки–вольтерра // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Физика. Математика». — 2007. — № 1. — С. 55–57.
  36. Дружинина О. В., Масина О. Н. Методы исследования устойчивости и управляемости нечетких и стохастических динамических систем. — Москва : ВЦ РАН, 2009. — 180 с.
  37. Дружинина О. В. Индекс, дивергенция и функции Ляпунова в качественной теории динамических систем. — Москва : ЛЕНАНД, 2013. — 280 с.

38. Калиткин Н. Н., Карпенко Н. В., Михайлов А. П. и др. Математические модели природы и общества. — Москва : Физматлит, 2005. — 360 с.
39. Калиткин Н. Н. Марковские ветвящиеся процессы с взаимодействием // Успехи математических наук. — 2002. — Т. 57, № 2(344). — С. 23–84.
40. Перцев Н. В., Пичугин Б. Ю., Логинов К. К. Статистическое моделирование динамики популяций, развивающихся в условиях воздействия токсичных веществ // Сиб. журн. индустр. матем. — 2011. — № 14:2. — С. 84–94.
41. Кампен Н. Г. В. Стохастические процессы в физике и химии. — Москва : Высшая школа, 1990. — 376 с.
42. Doi M. Second quantization representation for classical many-particle system // Journal of Physics A: Mathematical and General. — 1976. — Vol. 9, no. 9. — P. 1465–1477. — URL: <http://iopscience.iop.org/0305-4470/9/9/008>.
43. Doi M. Stochastic theory of diffusion-controlled reaction // Journal of Physics A: Mathematical and General. — 1976. — Vol. 9, no. 9. — P. 1479–1495. — URL: <http://iopscience.iop.org/0305-4470/9/9/009>.
44. Moreau M., Oshanin G., Bénichou O., Coppey M. Stochastic theory of diffusion-controlled reactions // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. — 2003. — Vol. 327, no. 1-2. — P. 99–104. — URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378437103004588>.
45. Dodd P. J., Ferguson N. M. A many-body field theory approach to stochastic models in population biology. // PloS one. — 2009. — Vol. 4, no. 9. — P. e6855. — URL: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender>.

- fcgi?artid=2734401&tool=pmcentrez&rendertype=abstract.
46. Hnatich M., Honkonen J. Velocity-fluctuation-induced anomalous kinetics of the  $A+A \rightarrow$  reaction // Physical review. E, Statistical physics, plasmas, fluids, and related interdisciplinary topics. — 2000. — Vol. 61, no. 4 Pt A. — P. 3904–3911. — URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11088171>.
  47. Hnatich M., Honkonen J., Lučivjanský T. Field Theory Approach In Kinetic Reaction: Role Of Random Sources And Sinks. — 2011. — P. 1–14. — arXiv : 1109.6435.
  48. Hnatič M., Honkonen J., Lučivjanský T. Field-theoretic technique for irreversible reaction processes // Physics of Particles and Nuclei. — 2013. — Vol. 44, no. 2. — P. 316–348. — URL: <http://link.springer.com/10.1134/S1063779613020160>.
  49. Афанасьев В. Н., Колмановский В. Б., Носов В. Р. Математическая теория конструирования систем управления. — Москва : Высшая школа, 1989. — 448 с.
  50. Афанасьев В. Н. Динамические системы управления с неполной информацией: алгоритмическое конструирование. — Москва : УРСС, 2007. — 216 с.
  51. Кушнер Г. Д. Стохастическая устойчивость и управление. — Москва : Мир, 1969. — 198 с.
  52. Einstein A. Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen // Annalen der Physik. — 1905. — no. 322 (8). — P. 549–560.



53. Эйнштейн А., Смолуховский М. Броуновское движение. Сборник статей. — М.-Л. : Главн. ред. общетехн. лит., 1936. — 608 с.
54. Понтрягин Л. С., Андронов А. А., Витт Д. А. О статистическом рассмотрении динамических систем // ЖЭТФ. — 1933. — Т. 3, № 3. — С. 165–180.
55. Бернштейн С. Н. Собрание сочинений. Теория вероятностей. Математическая статистика. Том 4. — М. : Наука, 1964.
56. Bernstein S. Principes de la théorie des équations différentielles stochastiques. i // Тр. Физ.-матем. ин-та им. В. А. Стеклова. — 1934. — Т. 5. — С. 95–124.
57. Ito K. Stochastic Integral. — Tokyo : Proc. Imperial Acad., 1944.
58. Ито К., Маккин Г. Диффузионные процессы и их траектории. — Москва : Мир, 1986. — 329 с.
59. Гихман И. И. Дифференциальные уравнения со случайными функциями. — Киев : Ин-т математики АН УССР, 1964.
60. Гихман И. И. О некоторых дифференциальных уравнениях со случайными функциями // Укр.мат.журн. — 1950. — Т. 2, № 3. — С. 45–69.
61. Гихман И. И., Скороход А. В. Стохастические дифференциальные уравнения. — Киев : Наукова думка, 1982. — 612 с.
62. Гихман И. И., Скороход А. В. Стохастические дифференциальные уравнения и их приложения. — Киев : Наукова думка, 1968. — 356 с.
63. Стратонович Р. Л. Избранные вопросы теории флуктуаций в радиотехнике. — Москва : Сов. радио, 1961. — 560 с.
64. Кузнецов Д. Ф. Численное моделирование стохастических дифференци-

- альных уравнений и стохастических интегралов. — С.Петербург : Наука, 1999. — 463 с.
65. Лукшин А. В., Смирнов С. Н. Численные методы решения стохастических дифференциальных уравнений // Математическое моделирование. — 1990. — Т. 2, № 11. — С. 108–121.
  66. Кузнецов Д. Ф. Стохастические дифференциальные уравнения: теория и практика численного решения. — С.Петербург : Изд. Политех. Университета, 2009. — 800 с.
  67. Debrabant K., Röbler A. Classification of stochastic runge–kutta methods for the weak approximation of stochastic differential equations // Mathematics and Computers in Simulation. — 2008. — Vol. 77, no. 4. — P. 408–420.
  68. Napoli A. Economical runge–kutta methods with weak second order for stochastic differential equations // Int. J. Contemp. Math. Sciences. — 2010. — Vol. 5, no. 24. — P. 1151–1160.
  69. Logmani G. B. High strong order implicit runge–kutta methods for stochastic ordinary differential equations // System Dynamics Society. Proceedings of the 22nd International Conference. — Oxford, England, UK, 2004. — July 25–29. — URL: [http://www.systemdynamics.org/conferences/2004/SDS\\_2004/PAPERS/109LOGHM.pdf](http://www.systemdynamics.org/conferences/2004/SDS_2004/PAPERS/109LOGHM.pdf).
  70. Tocino A., Ardanuy R. Runge–kutta methods for numerical solution of stochastic differential equations // Journal of Computational and Applied Mathematics. — 2002. — Vol. 138, no. 2. — P. 219–241. — URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377042701003806>.
  71. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей. — Москва : Едиториал УРСС,

2005. — 488 с.
72. Волков И. К., Зуев С. М., Цветкова Т. М. Случайные процессы. — Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. — 448 с.
73. Булинский А. В., Ширяев А. Н. Теория случайных процессов. — Москва : Физматлит, 2005. — 408 с.
74. Бартлетт М. С. Введение в теорию случайных процессов. — Москва : Иностранная литература, 1958. — 384 с.
75. Дуб Д. Вероятностные процессы. — Москва : Физматгиз, 1963. — 608 с.
76. Вентцель А. Д. Курс теории случайных процессов. — Москва : Наука, 1996. — 400 с.
77. Тихонов В. И., Миронов М. А. Марковские процессы. — Москва : Сов. радио, 1977. — 488 с.
78. Степанов С. С. Стохастический мир. Электронный ресурс. — 2009. — 376 с. — URL: <http://synset.com/pdf/ito.pdf>.
79. Леваков А. Стохастические дифференциальные уравнения. — Минск : БГУ, 2009. — 231 с.
80. Ватанабе С., Икеда Н. Стохастические дифференциальные уравнения и диффузионные процессы. — Москва : Наука, 1986. — 448 с.
81. Чжун К., Уильямс Р. Введение в стохастическое интегрирование. — Москва : Мир, 1987. — 150 с.
82. Зубарев Н. Д., Морозов Г. В., Репке Г. Статистическая механика неравновесных процессов. — Москва : Физматлит, 2002. — 432 с.
83. Пугачев В. С., Сеницын И. Н. Стохастические дифференциальные системы. — Москва : Наука, 1985. — 560 с.

84. Øksendal B. K. Stochastic Differential Equations: An Introduction with Applications. — Berlin : Springer, 2003. — 360 p.
85. Артемьев С. С., Якунин М. А. Математическое и статистическое моделирование в финансах. — Новосибирск : Изд. ИВМиМГ СО РАН, 2008. — 174 с.
86. Рытов С. М. Введение в статистическую радиофизику. Часть 1. Случайные процессы. — Москва : Наука, 1976. — 494 с.
87. Баруча-Рид А. Т. Элементы теории марковских процессов и их приложения. — Москва : Наука, 1969. — 512 с.
88. Кнорре Д. Г., Эмануэль Н. М. Курс химической кинетики. — М. : Высшая школа, 1984. — 463 с.
89. Калинин А. В. Схемы взаимодействий: детерминированные и стохастические модели: Метод. указания к выполнению типового расчета по курсу «Дополнительные главы теории случайных процессов». — Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 44 с.
90. Геворкян М. Н. Конкретные реализации симплектических численных методов // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». — 2013. — № 1. — С. 77–89.
91. Soheili A. R., Namjoo M. Strong approximation of stochastic differential equations with runge-kutta methods // World Journal of Modelling and Simulation. — 2008. — Vol. 4, no. 2. — P. 83–93.
92. Lu F., Wang Z. Two implicit runge-kutta methods for stochastic differential equation // Applied Mathematics. — 2012. — no. 3. — P. 1103–1108.
93. Kinderman A. J., Monahan J. F. Computer generation of random

- variables using the ratio of uniform deviates // ACM Transactions on Mathematical Software. — 1977. — Vol. 3, no. 3. — P. 257–260. — URL: [http://stevereads.com/papers\\_to\\_read/computer\\_generation\\_of\\_random\\_variables\\_using\\_the\\_ratio\\_of\\_uniform\\_deviates.pdf](http://stevereads.com/papers_to_read/computer_generation_of_random_variables_using_the_ratio_of_uniform_deviates.pdf).
94. Кулябов Д. С., Демидова А. В. Введение согласованного стохастического члена в уравнение модели роста популяций // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». — 2012. — № 3. — С. 69–78.
  95. Демидова А. В. Уравнения динамики популяций в форме стохастических дифференциальных уравнений // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». — 2013. — № 1. — С. 67–76.
  96. Геворкян М. Н., Демидова А. В., Егоров А. Д. и др. Влияние стохастизации на одношаговые модели // Вестник РУДН. Серия «Математика. Информатика. Физика». — 2014. — № 1. — С. 71–85.
  97. Захарченко А. Черводинамика — причины и следствия. — 2004. — URL: [http://citforum.ru/security/virus/ch\\_dinamic/](http://citforum.ru/security/virus/ch_dinamic/).
  98. Liang J., Kumar R., Ross K. W. The FastTrack overlay: a measurement study // Computer Networks. — 2006. — no. 50(6). — P. 842–858.
  99. Ding C. H., Nutanong S., Buyya R. Peer-to-peer networks for content sharing // Journal of Systems Architecture. — 2006. — no. 52. — P. 737–772.