

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Более полная библиография по нечеткой логике находится на URL: <http://fuzzy.kstu.ru/>

1. Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Блишун А.Ф., Силов В.Б., Тарасов В.Б. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта /Под ред. Д.А. Пospelова. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.
2. Аверкин А.Н., Нгуен Х. Использование нечеткого отношения моделирования для экспертных систем. - М.: ВЦ АН СССР, 1988.
3. Алиев Р.А., Абдикеев Н.М., Шахназаров М.М. Производственные системы с искусственным интеллектом. - М: Радио и связь. 1990.
4. Батыршин И.З. О мерах энтропии размытых множеств // Исследование операций и аналитическое проектирование в технике / Под ред. Ю.В. Кожевникова. - Казань: Казанск. авиац. ин-т, 1978, 40-45.
5. Батыршин И.З. О метрических свойствах алгебры Клини // XIX Всесоюзная алгебраическая конф. /Тез. докл.- Львов, 1987, ч. 2.- С. 19-20.
6. Батыршин И.З. Меры энтропии и метрические свойства алгебры нечетких множеств //Нечеткие системы: моделирование структуры и оптимизация/Под ред. А.В. Язенина. - Калинин:КГУ, 1987, 4 - 16.
7. Батыршин И.З. Лексикографические оценки правдоподобности с универсальными границами. I. - Техническая кибернетика. Известия академических наук. N 5.- 1994. - С. 28-45.
8. Батыршин И.З. Лексикографические оценки правдоподобности с универсальными границами. II. Операции отрицания. - Теория и системы управления. Известия РАН, 1995, 5, 133-151.
9. Батыршин И.З. Общий взгляд на основные черты и направления развития нечеткой логики Л. Заде. – Новости искусственного интеллекта, № 2 – 3, 2001, 25 - 27.
10. Батыршин И.З. Методы представления и обработки нечеткой информации в интеллектуальных системах. - Новости искусственного интеллекта, 1996, 2, 9 - 65.
11. Батыршин И.З.. Параметрические классы нечетких конъюнкций в задачах оптимизации нечетких моделей. - Исследования по информатике, вып. 2. ИПИАИ РТ. - Казань: Отечество, 2000, 63-70.
12. Батыршин И.З., Вагин В.Н. Об алгебре размытых множеств и алгебрах Де Моргана//Управление при наличии расплывчатых категорий/ Тез. докл. 3-го научно-техн. семинара - Пермь, 1980.- С. 27-29.
13. Батыршин И.З., Мотыгуллин А.Э. Оптимизация нечетких моделей Мамдани по параметрам операций. - Исследования по информатике, вып. 2. ИПИАИ РТ. - Казань: Отечество, 2000, 71-76.
14. Батыршин И.З., Скворцов В.В. О полезностной интерпретации функции принадлежности//Модели выбора альтернатив в нечеткой среде/ Тез. докл. Межреспубликанск. научн. конф.- Рига, 1984.- С. 100-102.
15. Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечеткие модели принятия решений: дедукция, индукция, аналогия. Монография. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001.
16. Биркгоф Г. Теория решеток.- М.:Наука, 1984.
17. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений.- М: Радио и связь. 1989.
18. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования.- Рига:Зинатне, 1990.
19. Васильев В.И., Ильясов Б.Г. Интеллектуальные системы управления с использованием нечеткой логики. Учебное пособие. - Уфа: УГАТУ, 1995.

20. Гетманова А.Д. Отрицания в системах формальной логики. - М.: МГПИ, 1972.
21. Гретцер Г. Общая теория решеток.- М.:Мир, 1982.
22. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике. - М: Радио и связь. 1990.
23. Заде Л.А. Тени нечетких множеств. - Проблемы передачи информации. - 1966, II, 1, 37 - 44.
24. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений. - В кн.: Математика сегодня. - М.: Знание, 1974, 5-49.
25. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976.-165 с.
26. Заде Л. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных / интеллектуальных систем. – Новости искусственного интеллекта, № 2 – 3, 2001, 7 - 11.
27. Закуанов Р.А., Батыршин И.З., Бикушев Г.С., Архиреев В.П. Представление нечетких понятий в гибридной экспертной системе СМОПЛЕКС. - Труды международного семинара "Мягкие вычисления - 96"/ Под ред. И.З. Батыршина, Д.А. Поспелова, Казань, 1996, 122 - 128. (URL: <http://fuzzy.nm.ru/>)
28. Зиновьев А.А. Очерк многозначной логики. - В кн.: Проблемы логики и теории познания. - М.: МГУ, 1968, с. 113 - 204.
29. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. - М.: Радио и связь, 1982.
30. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой.- М.: Наука, 1990.
31. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения /Под ред. Р.Р. Ягера.- М.: Радио и связь, 1986.
32. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика.- М. Наука, 1986.
33. Прикладные нечеткие системы /Асаи К., Ватада Д., Иваи С. и др. /Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено.- М.: Мир, 1993.
34. Салимов А.Х., Батыршин И.З. Оптимизация нейро-нечетких моделей Сугено по параметрам операций, в кн.: Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. - М. Наука, Физматлит, 2001, 95 - 100.
35. Тарасов В.Б., Желтов С.Ю., Степанов А.А. Нечеткие модели в обработке изображений: обзор зарубежных достижений. - Новости искусственного интеллекта, 3, 1993, с. 40 - 64.
36. Экспертные системы. Принципы работы и примеры/Под ред. Р. Форсайта.- М.: Радио и связь, 1987.- 224 с.
37. Aliev R n.A. Semantic analysis and experimental selection of appropriate fuzzy logics, in: Proceedings of First Internat. Conf. on Soft Computing and Computing with Words in System Analysis, Decision and Control. Antalya, Turkey. Verlag b- Quadrat Verlag, 2001, 29 - 42.
38. Alsina C., Trillas E., Valverde L. On some logical connectives for fuzzy sets theory. - J. Math. Anal. Appl., 93, 1983, 15 - 26.
39. Aczel J. Lectures on Functional Equations and Their Applications. New York: Academic Press, 1966.
40. Bandler W., Kohout L. Fuzzy power sets and fuzzy implication operators. - Fuzzy Sets and Systems, 4, 1980, 13-30.
41. Batyrshin I.Z. On fuzziness measures of entropy on Kleene algebras.- Fuzzy Sets and Systems, 34, 1, 1990, 47-60.

42. Batyrshin I. Measures of fuzziness and interval subalgebras of Kleene algebras, in: Uncertainty measures. 13th Linz Seminar on Fuzzy Set Theory.- Linz, Austria, 1991, 12-13.
43. Batyrshin I. Negation operations on a linearly ordered set of plausibility values. - 3d European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing, EUFIT'95. Aachen, Germany, 1995, vol.2, 241 - 244.
44. Batyrshin I. Generalized parametric conjunction operations in fuzzy modeling, in: R. Hampel, M. Wagenknecht, N. Chaker (Eds.). Fuzzy Control. Theory and Practice. Heilderberg; New York; Physica-Verlag, 2000. (Advances in Soft Computing), 88 - 97.
45. Batyrshin I.Z. On the structure of involutive, contracting and expanding negations. – Fuzzy Sets and Systems (Submitted for publication).
46. Batyrshin I., Bikbulatov A., Kaynak O., Rudas I. Functions approximation based on the tuning of generalized connectives, in: Proceedings of EUROFUSE - SIC '99, Budapest, Hungary, 1999, 556-561.
47. Batyrshin I., Kaynak O. Generation of generalized conjunction and disjunction operations, in: Proceedings of 7<sup>th</sup> Intern. Conf. Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems IPMU-98, Paris, La Sorbonne, 1998, 1762-1768.
48. Batyrshin I., Kaynak O. Parametric classes of generalized conjunction and disjunction operations for fuzzy modeling. - IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 7, 5, 1999, 586-596.
49. Batyrshin I., Kaynak O., Rudas I. Generalized conjunction and disjunction operations for fuzzy control, in: Proceeding of 6th European Congress on Intelligent Techniques & Soft Computing, EUFIT'98, Aachen, Germany, 1998, vol. 1, 52-57.
50. Batyrshin I., Kaynak O., Rudas I., Panova A. System identification based on tuning of operations in fuzzy model, in: INES 2001. Proc. 5th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems. Helsinki, Finland. 2001, 53-56.
51. Batyrshin I., Kaynak O., Rudas I. Fuzzy modeling based on generalized conjunction operations. - IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2002 (Submitted for publication).
52. Batyrshin I., Bikbulatov A., Salimov A. Optimization of neuro-fuzzy systems based on a tuning of operations. – Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Neural Networks for Instrumentation, Measurement, and Related Industrial Applications: Study Cases, NIMIA 2001 (Ed. by S. Ablameyko and V. Piuri), Crema, Italy, 120 – 122, 2001.
53. Batyrshin I., Wagenknecht M. Noninvolutive negations on  $[0,1]$ . - The Journal of Fuzzy Mathematics, 5, 4, 1997, 997 - 1010.
54. Batyrshin I., Wagenknecht M. Contracting and expanding negations on  $[0,1]$ .- The Journal of Fuzzy Mathematics, 6, 1, 1998, 133- 140.
55. Batyrshin I., Zakuanov R., Bikushev G. Expert system based on algebra of uncertainties with memory in process optimization, in: Fuzzy Logic and Intelligent Technologies in Nuclear Science. Proceedings of the 1st International FLINS Workshop, Mol, Belgium, 1994. (World Scientific, 1994), 156 - 159.
56. Bellman R.E., Giertz M. On the analytic formalism of the theory of fuzzy sets. - Inform. Sci., 5, 1973, 149-156.
57. Berger M. A new parametric family of fuzzy connectives and their application to fuzzy control. - Fuzzy Sets Syst., 93, 1998, 1-16.
58. Bikbulatov A., Batyrshin I. Tuning of operations in fuzzy models by neural nets, in: Proceedings of 7<sup>th</sup> Zittau Fuzzy Colloquium, Zittau, Germany, 1999, 142 - 147.
59. Brignole D., Monteiro A. Caracterisation des algebres de Nelson par des egalites. – Proc. Japan. Acad., 43, 4, 1967, 279 – 285.
60. Calvo T. On some solutions of the distributivity equation. - Fuzzy Sets and Systems, 104, 1999, 85-96.

61. Cervinka O., Automatic tuning of parametric  $T$ -norms and  $T$ -conorms in fuzzy modeling, in: Proc. 7th IFSA World Congress. Prague: ACADEMIA, 1997, vol. 1, 416-421.
62. De Cooman G., Kerre E.E., Order norms on bounded partially ordered sets. - J. Fuzzy Mathematics, 2, 1994, 281-310.
63. De Luca A., Termini S. A definition of a non-probabilistic entropy in the setting of fuzzy sets theory. - Information and Control, 20, 1972, 301 - 312.
64. Di Nola A., Ventre A.G.S. On fuzzy implication in De Morgan algebras. - Fuzzy Sets and Systems, 33, 1989, 155-164.
65. Dubois D., Prade H. A review of fuzzy set aggregation connectives. - Inform. Sci., 36, 1985, 85-121.
66. Dubois D., Prade H. The three semantics of fuzzy sets. - Fuzzy Sets and Systems, 90, 1997, 141 - 150.
67. Esteva F. Some representable De Morgan algebras. - J. Math. Anal. Appl., 100, 2, 1984, 463 - 469.
68. Esteva F. On Negations and Algebras in Fuzzy Set Theory. Report No. UCB/CSD 87/330, 1986, Berkeley, California.
69. Esteva F., Trillas E., Domingo X. Weak and strong negation functions for fuzzy set theory, in: Proc. 12th Int. Symp. on Multiple-Valued logic, Norman, 1981, 23-26.
70. Esteva F., Quintanilla R. On symmetric algebras of fuzzy sets. - Fuzzy Sets and Systems, 24, 1987, 87 - 92.
71. Fodor J.C. Strict preference relations based on weak  $t$ -norms. - Fuzzy Sets and Systems, 43, 1991, 327 - 336.
72. Fodor J.C. A new look at fuzzy connectives. - Fuzzy Sets and Systems, 57, 1993, 141 - 148.
73. Fodor J. Smooth associative operations on finite ordinal scales (to be published).
74. Fodor J., Keresztfalvi T. Non-standard conjunctions and implications in fuzzy logic. - Internat. J. Approx. Reason., 12, 1995, 69 - 84.
75. Fodor J., Roubens M., Fuzzy Preference Modelling and Multicriteria Decision Support. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.
76. Gaines B.R. Fuzzy and probability uncertainty logics. - Information and Control, 38, 1978, 154 - 169.
77. Godo L.L., Lopez de Mantaras R., Sierra C., Verdaguer A. Managing linguistically expressed uncertainty in MILORD application on medical diagnosis. - AICOM, V.1, 1, 1988, 14-31.
78. Goguen J.A. L-fuzzy sets.- J. Math. Anal. Appl., 18, 1967, 145-174.
79. Gupta M. M., Qi J. Theory of  $T$ -norms and fuzzy inference methods. - Fuzzy Sets Syst., 40, 1991, 431-450.
80. Herrera F., Herrera-Viedma E., Verdegay J.L. A model of consensus in group decision making under linguistic assessments. - Fuzzy Sets and Systems, 78, 1996, 73- 87.
81. Jang J.-S. Roger. ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. - IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., 23, 1993, 665-685.
82. Jang J.-S. Roger, Sun C. T., Mizutani E. Neuro-Fuzzy and Soft Computing. A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence. Prentice-Hall International, 1997.
83. Kalman J.A. Lattices with involution. - Trans. Amer. Math. Soc., 87, 1958, 485 - 491.
84. Kaufmann A., Gupta M.M. Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science. Amsterdam: North-Holland,, 1988.
85. Keller J.M., Krishnapuram R., Chen Z., Nasraoui O. Fuzzy additive hybrid operators for network-based decision making. - Int. J. Intelligent Syst., 9, 1994, 1001-1023.

86. Kiszka J.B., Kochanska M.E., Sliwinska D.S. The influence of some fuzzy implication operators on the accuracy of a fuzzy model. - Part I. – Fuzzy Sets and Systems, 15, 1985, 111 – 128.– Part II. – Fuzzy Sets and Systems, 15, 1985, 223 – 240.
87. Klement E.P., Mesiar R., Pap E. Triangular Norms. Dordrecht, Kluwer, 2000.
88. Klir G.J., Yuan B. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications. New York, Prentice-Hall, 1995.
89. Knopfmacher J. On measures of fuzziness. - Journal of Mathematical Analysis and Applications, 49, 1975, 529 - 534.
90. Kosko B. Fuzzy Engineering. New Jersey: Prentice-Hall, 1997.
91. Lin C. T. Neural Fuzzy Control Systems with Structure and Parameter Learning. Singapore: World Scientific, 1994.
92. Lowen R. On fuzzy complements. - Information Sciences, 14, 1978, 107 - 113.
93. Luo C., Ma X. On Stone theorem for De Morgan algebra. - The Journal of Fuzzy Mathematics, 5, 3, 1997, 543 - 551.
94. Mas M., Mayor G., Torrens J. The distributivity condition for uninorms and t-operators. – Fuzzy Sets and Systems (to be published).
95. Mas M., Torrens J., Calvo T., Carbonell M. Idempotent operators on a finite chain. – Mathware & Soft Computing, 6, 1999, 235 - 247.
96. Mayor G. Sugeno's negations and t-norms. - Mathware & Soft Computing, 1, 1994, 93 - 98.
97. Mayor G., Calvo T. Fractal negations. - Mathware & Soft Computing, 3, 1994, 277 - 283.
98. Menger K. Statistical metric spaces. – Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 28, 1942, 535 – 537.
99. Narendra K.S., Parthasarathy K. Identification and control of dynamical systems using neural networks - IEEE Transactions on Neural Networks, 1, 1990, 4 - 27.
100. Mizumoto M. Fuzzy controls under various fuzzy reasoning methods. - Inform. Sci., 45, 1988, 129-151.
101. Ovchinnikov S.V. General negations in fuzzy set theory. - J. Math. Anal. Appl., 92, 1983, 234 - 239.
102. Rasiowa H. An algebraic approach to non-classical logics. - Amsterdam: North-Holland, 1974.
103. Roychowdhury S. New triangular operator generators for fuzzy systems. - IEEE Trans. Fuzzy Syst., 5, 1997, 189-198.
104. Ruet P., Fages F. Combining explicit negation and negation by failure via Belnap's logic. – Theoretical Computer Science, 171, 1997, 61 – 75.
105. Skala H.J. On many-valued logics, fuzzy sets, fuzzy logics and their applications. - Fuzzy Sets and Systems, 1, 1978, 129 - 149.
106. Schweizer B., Sklar A. Probabilistic Metric Spaces. Amsterdam: North-Holland, 1983.
107. Sugeno M. An introductory survey of fuzzy control. - Inform. Sci., 36, 1985, 59-83.
108. Sugeno M., Kang G.T. - Structure identification of fuzzy model. - Fuzzy Sets and Systems, 28, 1988, 15-33.
109. Torra V. Negation functions based semantics for ordered linguistic labels. - Int. J. of Intelligent Systems, 11, 1996, 975 - 988.
110. Trillas E. Sobre funciones de negacion en la teoria de conjuntos difusos. - Stochastica, 3, 1979, 47-59.
111. Trillas E., Alsina C., Valverde L. Do we need max, min and 1-j in fuzzy set theory?, in: Fuzzy Set and Possibility Theory/Ed. by R.R. Yager. New York: Pergamon Press,

1982, 275-297. (Русский перевод: Трильяс Э., Альсина К., Вальверде А. Нужны ли в теории нечетких множеств операции  $\max$ ,  $\min$  и  $1-j$ ?, в кн.: Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения /Под ред. Р.Р. Ягера. - Радио и связь, 1986, 199-228.)

112. Turksen I.B. Intelligent fuzzy system modeling, in: Kaynak et al. (Eds), Computational Intelligence - Soft Computing and Fuzzy-Neuro Integration with applications, Springer-Verlag: 1998, 157 - 176.

113. Voxman W., Goetschell R. A note on the characterization of the  $\max$  and  $\min$  operators. - Inform. Sci., 30, 1983, 5-10.

114. Wagenknecht M., Batyrshin I. On negations generated by compensations. – The Journal of Fuzzy Mathematics, 6, 1, 1998, 141 - 150. (Версия статьи находится на URL: <http://fuzzy.nm.ru/>).

115. Wagenknecht M., Batyrshin I. Fixed point properties of fuzzy negations. – The Journal of Fuzzy Mathematics, 6, 4, 1998, 975-981.

116. Weber S. A general concept of fuzzy connectives, negations and implications based on t-norms and t-conorms.- Fuzzy Sets Syst., 11, 1983, 115-134.

117. Wang L.-X. A Course in Fuzzy Systems and Control. Prentice Hall PTR. Upper Saddle River, NJ, 1997.

118. Yager R.R. On the measure of fuzziness and negation. II. Lattices. - Information and Control, 44, 1980, 236 - 260.

119. Yager R.R. On a general class of fuzzy connectives. - Fuzzy Sets Syst., vol. 4, 1980, 235-242.

120. Yager R.R., Rybalov A. Uninorm aggregation operators. - Fuzzy Sets and Systems, 80, 1996, 111 - 120.

121. Yager R.R. Uninorms in fuzzy systems modeling. - Fuzzy Sets and Systems, 122, 2001, 167 –175.

122. Yamakawa T., Miki T. The current mode fuzzy logic integrated circuits fabricated by the standard CMOS process. - IEEE Trans. Comput., vol. 35, 1986, 161-167.

123. Zadeh L.A. Fuzzy sets.- Information and Control, 8, 3, 1965, 338-353.

124. Zadeh L. A. Fuzzy logic = computing with words. - IEEE Trans. on Fuzzy Systems, v. 4, 2, 1996, 103 - 111.

125. Zadeh L.A. Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic. - Fuzzy Sets and Systems, 90, 1997, 111 - 127.

126. Zadeh L.A. From computing with numbers to computing with words - from manipulation of measurements to manipulation of perceptions.- IEEE Trans. on Circuits and Systems - 1: Fundamental Theory and Applications, 45, 1, 1999, 105 - 119.

127. Zadeh L.A., Kacprzyk J. (Eds.). Computing with words in Information /Intelligent systems. 1. Foundations. Physica-Verlag. A Springer-Verlag Company, 1999.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОПЕРАЦИИ ЗАДЕ И АЛГЕБРЫ КЛИНИ	7
1. Операции Заде	7
2. Фокальные алгебры Клини	11
3. Метрические алгебры Клини и меры нечеткости	16
4. Система аксиом для операций Заде	20
Библиографические комментарии к главе 1	21
ГЛАВА 2. ОПЕРАЦИИ ОТРИЦАНИЯ	23
1. Операции отрицания на линейно упорядоченном множестве	23
1.1. Основные понятия	23
1.2. Сжимающие и разжимающие отрицания	25
1.3. Примеры	29
2. Отрицания на $[0,1]$	31
2.1. Инволютивные отрицания	31
2.2. Сжимающие и разжимающие отрицания на $[0,1]$	38
2.3. Биективные отрицания на $[0,1]$	45
Библиографические комментарии к главе 2	48
ГЛАВА 3. ОПЕРАЦИИ КОНЪЮНКЦИИ И ДИЗЪЮНКЦИИ	49
1. Предварительные замечания	49
2. $t$ -нормы и $t$ -конормы	53
3. Параметрические классы $t$ -норм и $t$ -конорм	59
4. Обобщенные операции конъюнкции и дизъюнкции	63
5. Примеры параметрических классов обобщенных конъюнкций	69
6. Пример нечеткого моделирования с обобщенными параметрическими операциями	75
7. $G$ -конъюнкции и $G$ -дизъюнкции	78
8. Пример аппроксимации функции нечеткими моделями	83
9. Идентификация нечетких моделей динамических систем	86
10. Представление и оптимизация нечетких моделей Сугено нейронными сетями	90
Библиографические комментарии к главе 3	94
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	95

ISBN 5-9222-0034-8



9 785922 200349

Издательство "Отечество"

420107, Казань, ул.Свердлова, 12.

Лицензия на издательскую деятельность №0217 от 17.11.97 г.  
выдана Министерством информации и печати Республики Татарстан

Лицензия на полиграфическую деятельность №0128 от 08.06.98г.  
выдана Министерством информации и печати Республики Татарстан

Подписано в печать 20.12.2001 г.

Форм. бум. 60x84 1/16. Печ. л. 6 <sup>3</sup>/<sub>8</sub>. Тираж 230. Заказ 213.

Минитипография Института проблем информатики АН РТ  
420012, Казань, ул.Чехова, 36.