
Идентификация системы сбора, передачи и отображения информации узла связи Берегового центра управления автономными необитаемыми подводными аппаратами

Ю.Б. Аллакулиев

Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова, Владивосток

Аннотация: в данной работе рассматривается задача идентификации системы сбора, передачи и отображения информации берегового центра управления автономными необитаемыми подводными аппаратами в системе принятия решения типа «Бета-логарифм». При оценке степени эффективности соответствующей системы сбора, передачи и отображения информации для лица, принимающего решение, рассмотрен случай, когда когнитивная функция не сразу достигает максимума.

Ключевые слова: система сбора передачи и отображения информации, береговой центр управления, автономный необитаемый аппарат, лицо принимающее решение, когнитивная функция.

При оценке степени эффективности соответствующей системы сбора, передачи и отображения информации (ССПОИ) для лица, принимающего решение (ЛПР), необходимо рассмотреть случай, когда когнитивная функция не сразу достигает максимума. Можно предположить, что существует класс таких ЛПР, которые в состоянии управлять своей интенсивностью когнитивных усилий. Конечно, можно допустить, что на первом этапе идет степенное наращивание когнитивных усилий. Эту компоненту будем называть левой ветвью когнитивной функции. Более существенной является правая ветвь – спадание творческих усилий.

В случае семантической идентификации тех или иных сцен, ситуаций естественно предположить, что существует некоторый конечный интервал $\tau = C$ функции ЛПР.

Вообще говоря, требование о наличии конечного отрезка функции ЛПР в теоретических схемах может быть не столь жестким. Можно предположить классы Вейбулла, Эрланга $\Psi(\tau)$, которые имеют

асимптотическую область определения. Но в реальных ситуациях скорее всего справедлив конечный промежуток общего функционирования ЛПР. Нами были предварительно проанализированы классы функций Вейбулла и Эрланга. Более предпочтительным является класс Эрланга; распределение Вейбулла обладает малой вариабельностью моды при достаточно обширной параметрической вариации. Вычислительный эксперимент показал, что более предпочтительным является ЛПР с функцией Эрланга.

Для наших целей нужен класс когнитивных усилий ЛПР трехпараметрического типа. Остановимся на принципиальной ограниченности $\tau \leq C$ всей временной области идентификации приемлемости ССПОИ. Для этого нужно, чтобы разные параметры, кроме ограниченности времени принятия решения, управляли левыми и правыми крыльями распределения. По нашему мнению, это класс распределения *Beta1*;

$$Beta1 = x^\alpha (C - x)^\beta, \text{ где } \alpha, \beta > 0, C > 0 \text{ и } x \in [0; C]. \quad (1)$$

На рис. 1. нетрудно заметить, что при $\alpha = \beta = 2 > 1$ получается симметричное распределение (см. рис. 1, б). Другие версии см. рис. 1. указывают неравноправную α - и β - динамику. Так, в частности, смещение в левую сторону (см. рис.1, а) соответствует $\alpha > \beta > 1$. Если же $\beta > \alpha > 1$ (см. рис. 1., в), то распределение смещается вправо. С точки зрения теории когнитивных усилий обе формы функции *Beta1* вполне адекватно описывают динамику усилий ЛПР ($C = 10$).

Согласно рис. 1 могут существовать два типа ЛПР, из которых, например, первый быстро наращивает усилия и при этом сравнительно медленно спадает, а второй тип медленно наращивает когнитивные усилия и быстро спадает на правой ветви.

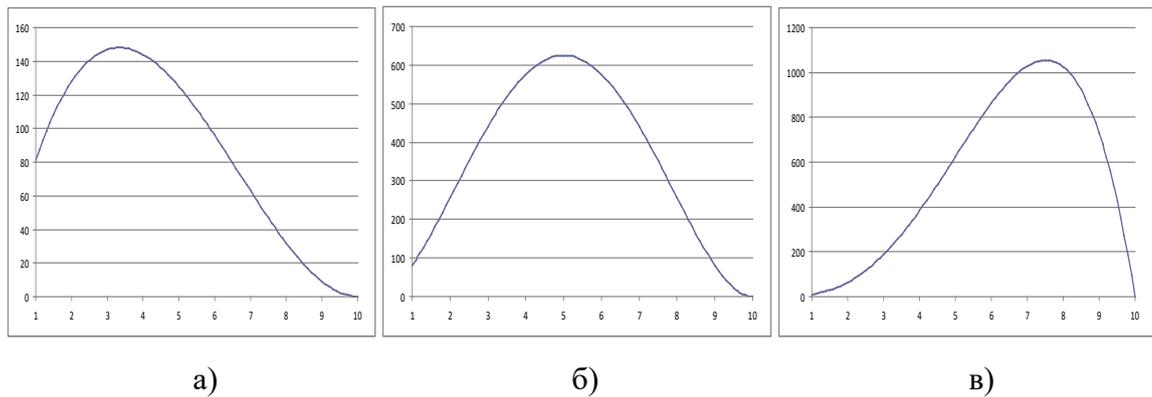


Рис. 1. Функция *Beta1*: а) $\alpha = 3; \beta = 1$; б) $\alpha = \beta = 2$; в) $\alpha = 1; \beta = 2$

Наша главная задача заключается в том, чтобы выяснить, могут ли существовать предпочтения ЛПР при выборе стратегий зависимости.

В качестве штрафных функций выберем

$$\varphi(\tau) = \ln A \tau^\gamma, \text{ где } A > 0, \gamma > 0. \quad (2)$$

где A – амплитуда, $A > 0$; γ – крутизна функции штрафов, $\gamma > 0$.

Антагонистическая система, действующая против ЛПР, имеет реальные основания в борьбе [1,2]. Функция штрафа занимает промежуточное положение между кумулятивной и стационарной функциями штрафов. Зависимость (2) является самой «вредной» зависимостью в борьбе, поскольку может наращивать свои усилия по γ -параметру крутизны. В нашем вычислительном эксперименте будем считать, что штрафные усилия (2) фиксированы. Выберем $A = 2; \gamma = 2$ (см. рис. 1, б).

Но вернемся к классу усилий ЛПР *Beta1*. В общем случае функция *Beta1* может быть выражена через энтропию в форме Вайда с α -, β -параметрами. По своему информодинамическому смыслу она имеет вид

$$\Psi_{C,\alpha,\beta}(\tau) = H_{\alpha,\beta}(\tau \leq C), \quad (3)$$

где $H_{\alpha,\beta}(\tau \leq C) = \tau^\alpha (C - \tau)^\beta$.

Как и всякая энтропия [3], данный функционал соответствует теореме Фадеева – Фейнштейна, несмотря на то, что он выписан не в

логарифмической форме. Формально выражение (3) характеризует количество разнообразия, которое порождает ЛПР в своих когнитивных усилиях.

На рис. 2 показана поверхность производной энтропии от формулы (3) в координатах α , β .

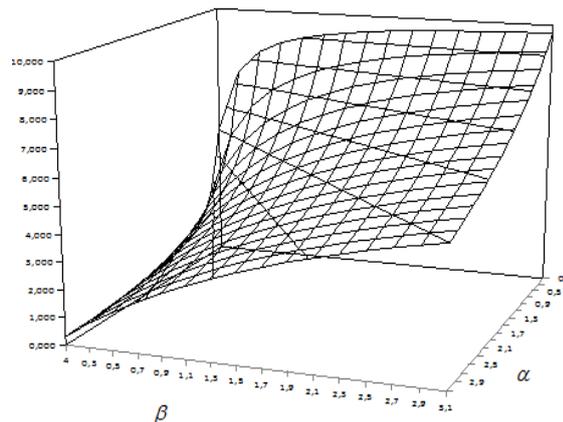


Рис. 2. Поверхность производной энтропии

На рис. 3 и 4 даны соответствующие сечения. Уделим особое внимание классу когнитивных функций (3), в смысле аналитических и топологических свойств, поскольку они будут отражаться на самой динамике антагонистической борьбы для идентификации соответствующей ССПОИ.

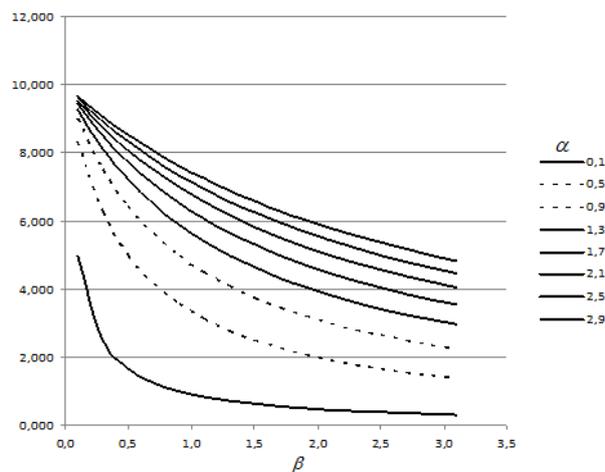


Рис. 3. Ортогональное сечение поверхности производной от β

Как видно, ортогональные сечения поверхности (см. рис. 3) по своим топологическим и аналитическим свойствам характеризуются непрерывностью, выпуклостью и дифференцируемостью в каждой точке. Но в глобальном плане топология поверхности (см. рис. 2) достаточно нетривиальна. Заметим, что сама поверхность генерирована формулой

$$\tau^{\text{mod}} = \frac{C}{1 + \beta/\alpha}. \quad (4)$$

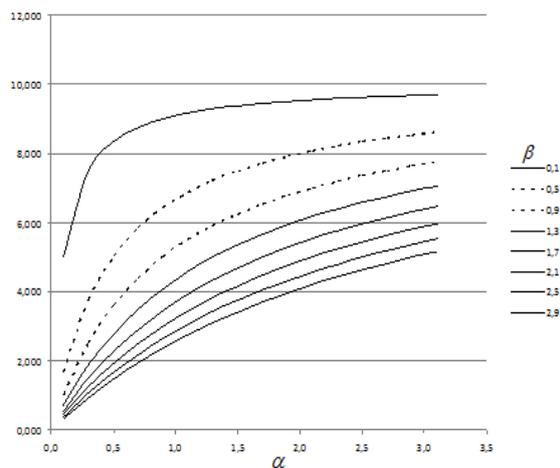


Рис. 4. Ортогональное сечение поверхности производной от α

Результат выражения (4) показан на рис. 5 как функция отношения β/α .

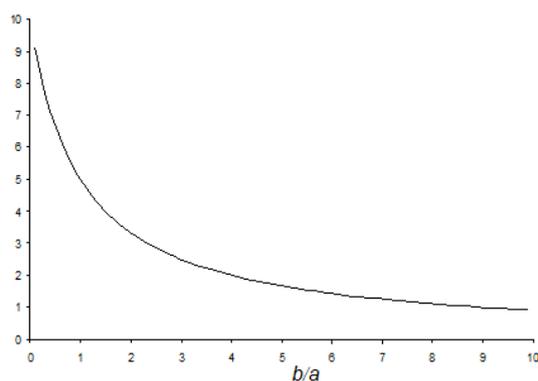


Рис. 5. Динамика выражения (4)

В нашем случае $C = 10$, а при соотношении $\beta/\alpha \rightarrow \infty$ зависимость (4) стремится к нулю (см. рис. 5).

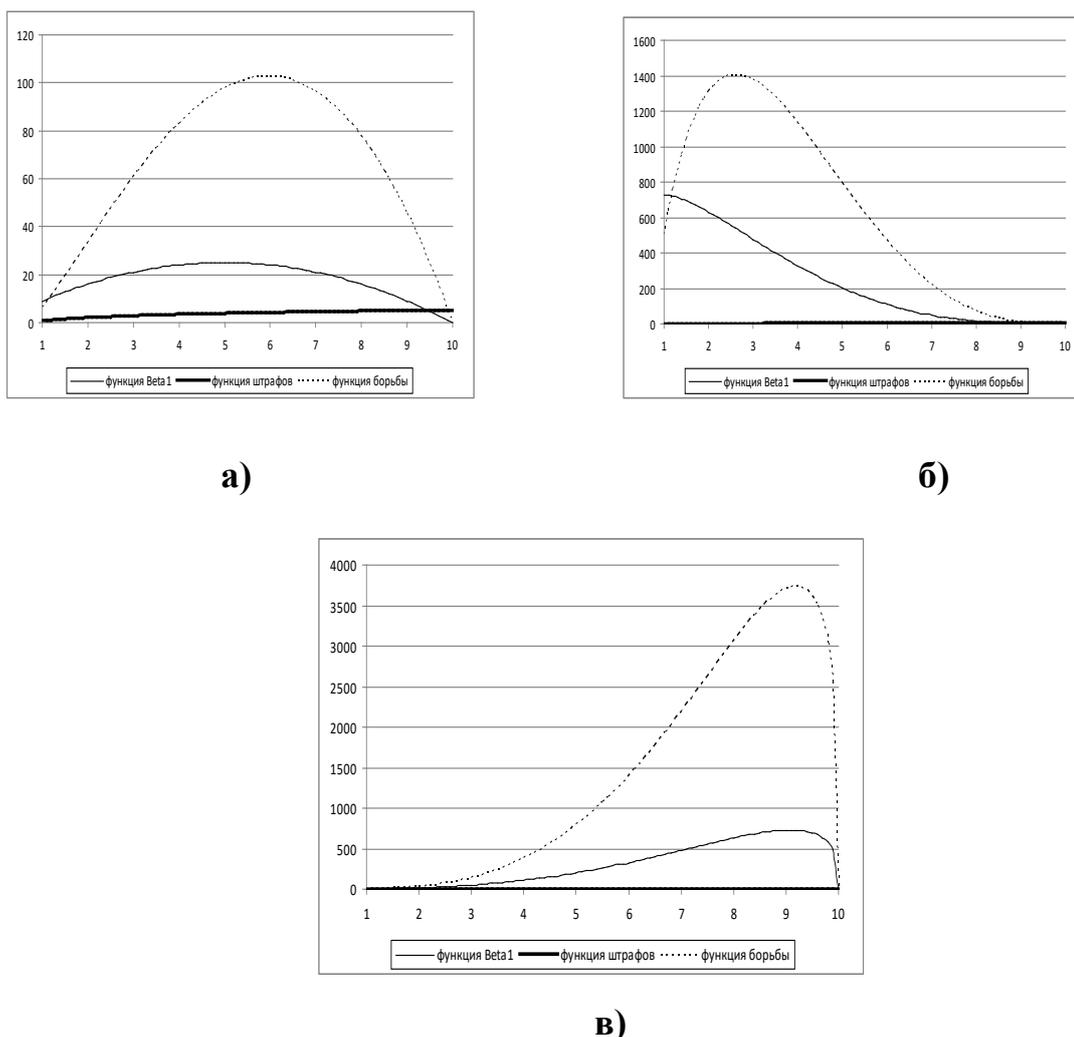


Рис. 6. Мультипликативная логика борьбы.

а) $\alpha = \beta = 1$; б) $\alpha = 0,3$; $\beta = 3$; в) $\alpha = 3$; $\beta = 0,3$.

Перейдем к рассмотрению самой задачи борьбы с целью соответствия ССПОИ функции ЛПР *Beta1*. Для этого примем

$$\arg \text{Mod}[\Psi_{A,\gamma}(\tau); \varphi_{C,\alpha,\beta}(\tau)] = \frac{d[\Psi(\tau)\varphi(\tau)]d\Psi(\tau)}{d\Psi(\tau)d\tau} \Rightarrow \tau^*(A; \gamma; C; \alpha; \beta) \quad (5)$$

при фиксированных $C = 10$; $A = 2$; $\gamma = 2$.

Результат численного моделирования показывает, что функции мультипликации борьбы подсистем имеют характерный вид (рис. 6). В выражении (1) в случае $\alpha = \beta = 1$ мода приходится на $\tau = 6$, амплитуда – 100. В целом функция симметрична.

Если в выражении (2) брать $\alpha = 0,3$; $\beta = 3$, т.е. $\beta > \alpha$, то кривая борьбы существенно смещается в левую сторону, мода равна 2,5; амплитуда – 1400. Если в выражении (3) взять противоположный случай $\alpha = 3$; $\beta = 0,3$, т.е. $\alpha > \beta$, то мода равна 9,5, амплитуда – 3700. Кривая существенно смещается в правую сторону. Скорее всего, когнитивные усилия ЛПР должны быть подобны последнему случаю. Усилия ЛПР нарастают сравнительно медленно в итоговой зависимости, а спадают быстро на границе $C = 10$. Стоит отметить, что штрафная функция при наших параметрах лежит в окрестности оси τ . Главным в α -, β - динамике компромисса является поиск таких α , β при которых наблюдается третий сценарий – $\alpha > \beta$. Главное, чтобы τ^* смещалось как можно ближе к C при соответствующих штрафных функциях.

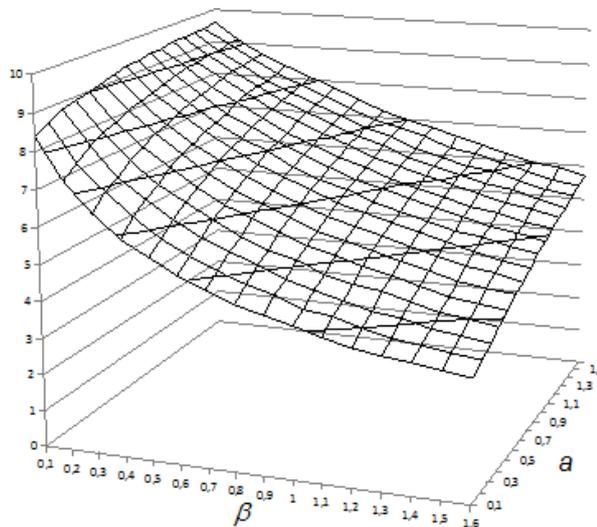


Рис. 7. Поверхность принятия решения

Установим критическую поверхность принятия решений:

$$\ln A \tau^{*\gamma} = \frac{\gamma(C - \tau^*)}{\tau^*(\alpha + \beta) - \alpha C}. \quad (6)$$

Будем фиксировать C , A , γ ; аргументами будут α -, β -показатели. Решая уравнение (6) как трансцендентное, получим поверхность компромисса

(рис. 7) и соответствующие сечения (см. рис. 6 и 9). Поверхность (см. рис. 7) обладает хорошими аналитическими и топологическими свойствами при верхнем S -ограничении.

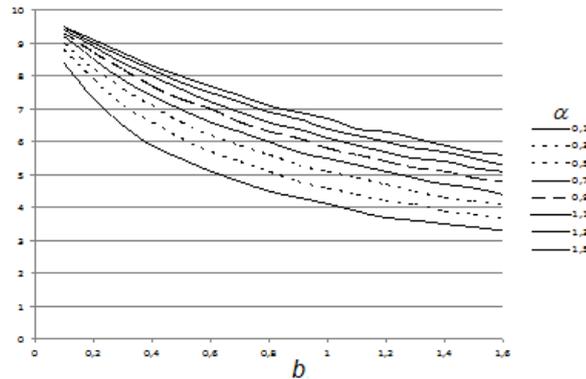


Рис. 8. Ортогональное сечение поверхности (б) от β

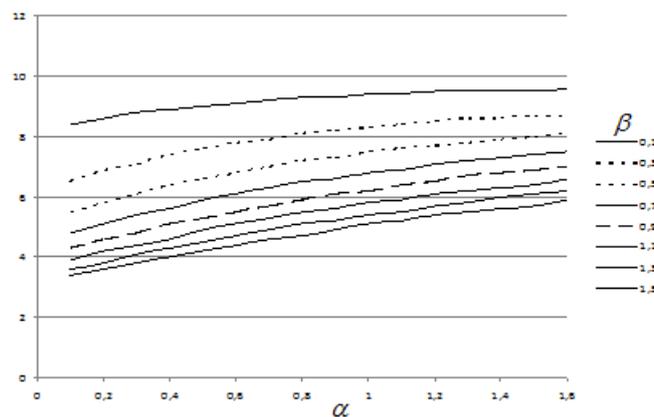


Рис. 9. Ортогональное сечение поверхности (б) от α

Рис. 8, 9 указывают на антифазность в α -, β -динамике в системе принятия решения. На данных рисунках градиенты по α -, β -показателю направлены в противоположные стороны. С увеличением и уменьшением α и β , соответственно определяют верхние зависимости сечений (см. рис. 7).

Если «играть» за ЛПР при фиксированных штрафах, то рекомендуется такие ЛПР, которые удовлетворяют условию $\alpha > \beta$; $\alpha > 1$; $\beta > 1$. Именно этот случай позволяет принимать решение, «оттягивая» их до фиксированного S уровня.

Рис. 6, в) показывает, что наиболее «удачный» ЛПР аппроксимируется правой ветвью в *Beta1* распределении ЦПМ статистикой [4].

Именно это дальнедействующее распределение, если им обладает ЛПР, может обеспечить успех в борьбе антагонистических систем.

Литература

1. Тартаковский Г.П. Теория информационных систем // – М. Физматкнига, 2005, 304 с.
2. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности серия: «Системы и проблемы управления». – М.: СИНТЕГ, 2000, 528 с.
3. Мартин Н., Ингленд Дж. Математическая теория энтропии. – М.: Мир. 1980. 350 с.
4. Щеголева С.А. Статистика Ципфа – Парето – Манделъброта и анализ Парето / Вестник ДВГАЭУ №3 Владивосток 2002. С. 56 – 64.
5. Королук В.С. и др. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Наука. 1985. 516 с.
6. Айзерман М.А. и др. Динамический подход к анализу структур, описываемых графами // Исследования по теории структур. Сб. науч. тр. – М.: Наука. 1988, С. 5 – 77.
7. Горянов В.Т., Журавлев Л.Г., Тихонов В.И. Статистическая радиотехника: примеры и задачи. – М.: Сов. радио. 1980. 544 с.
8. Аллакулиев Ю.Б., Концепция Берегового центра управления автономными роботами дальнего радиуса действия // Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления» и IX молодежная школа-семинар «Управление и

обработка информации в технических системах» // Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 2018. С. 148 – 156.

9. Гинис Л.А., Вовк С.П. Определение четко доминирующих тактик для выработки альтернативных управляющих решений в условиях полной неопределенности // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2327

10. Грищенко А.А. Нечеткие методы принятия решений поиска объектов на море // Инженерный вестник Дона, 2014, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2287.

11. Золотарев В.М Современная теория суммирования независимых случайных величин. М.: Наука. 1986. 416 с.

12. Климов Г.П. Стохастические системы обслуживания. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1966. 244 с.

13. Стратонович Р.Л. Теория информации. – М.: Сов.радио. 1975. 424 с.

14. World Robotics 2015 Service Robots: Service Robot Statistics. IFR International Federation of Robotics. URL: ifr.org/service-robots/statistics/. [Accessed 25 February 2015].

15. Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2013-2038. Washington, D.C.: Department of Defense, 2013. URL: defense.gov/pubs/DOD-USRM-2013.pdf. [Accessed 31 March 2014].

16. A. Roadmap for U.S. Robotics from Internet to Robotics. 2013. URL: robotics-vo.us/sites/default/files/2013%20Robotics%20Roadmap-rs.pdf.

References

1. Tartakovskij G.P. Teoriya informacionny`x system [Theory of Information Systems]. М.: Fizmatkniga, 2005, 304 p.

2. Prangishvili I.V. Sistemny`j podxod i obshhesistemny`e zakonomernosti seriya: «Sistemy` i problemy` upravleniya» [System approach and system-wide regularities series: "Systems and control problems"]. M.: SINTEG, 2000, 528 p.
 3. Martin N., Ingland Dzh. Matematicheskaya teoriya e`ntropii [Mathematical Theory of Entropy]. M.: Mir. 1980. 350 p.
 4. Schegolev S.A. Vestnik DVGAAU №3, Vladivostok 2002. pp. 56 – 64.
 5. Korolyuk V.S. i dr. Spravochnik po teorii veroyatnostej i matematicheskoj statistike. [Handbook of probability theory and mathematical statistics]. M. Nauka. 1985. 516 p.
 6. Ajzerman M.A. i dr. Dinamicheskij podxod k analizu struktur, opisy`vaemy`x grafami [A dynamic approach to the analysis of structures described by graphs]. Issledovaniya po teorii struktur. Sb.nauch.tr. M.: Nauka. 1988, pp. 5 – 77.
 7. Goriyanov V.T., Zhuravlev L.G., Tixonov V.I. Statisticheskaya radiotekhnika: primery` i zadachi [Statistical Radio Engineering: Examples and Tasks]. M.: Sov.radio.1980. 544 p.
 8. Allakuliev Yu.B. Materialy` XIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Perspektivny`e sistemy` i zadachi upravleniya» i IX molodezhnaya shkola-seminar «Upravlenie i obrabotka informacii v texnicheskix sistemax» (Materials of the XIII All-Russian Scientific and Practical Conference "Perspective Systems and Management Tasks" and the IX Youth Workshop "Management and Processing of Information in Technical Systems"). Rostov-na-Donu: SFEDU, 2018. pp. 148 – 156.
 9. Ginis L.A., Vovk S.P. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2327.
 10. Grishhenko A.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2287.
-



11. Zolotarev V.M. Sovremennaya teoriya summirovaniya nezavisimy`x sluchajny`x velichin [The modern theory of summation of independent random variables]. M.: Nauka. 1986. 416 p.
12. Klimov G.P. Stokhasticheskie sistemy` obsluzhivaniya [Stochastic service systems]. M.: Nauka. Gl. red.fiz.-mat.lit. 1966. 244 p.
13. Stratonovich R.L. Teoriya informacii [Information theory]. M.: Sov.radio. 1975. 424 p.
14. World Robotics 2015 Service Robots: Service Robot Statistics. IFR International Federation of Robotics. URL: ifr.org/service-robots/statistics/. [Accessed 25 February 2015].
15. Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2013-2038. Washington, D.C.: Department of Defense, 2013. URL: defense.gov/pubs/DOD-USRM2013.pdf. [Accessed 31 March 2014].
16. A Roadmap for U.S. Robotics from Internet to Robotics. 2013. URL: robotics-vo.us/sites/default/files/2013%20Robotics%20Roadmap-rs.pdf.