

Список литературы

1. Brunelli L. B. D. Analysis of audio streaming capability of zigbee networks / L. B. D. Brunelli, M. Maggiorotti, F. L. Bellifemi // Wireless sensor networks: the 5th European conference, EWSN-2008 (Bologna, Italy, 2008). – 2008. – Vol. 4913.
2. CC2480 Interface Specification (from Texas Instruments documentation). – Code of document: SWRA175.
3. CC2480 Data Sheet (from Texas Instruments documentation). – Code of document: SWRS074.
4. Mangharam R. Voice over sensor networks / R. Mangharam, A. Rowe, R. Rajkumar, R. Suzuki // RTSS'06: Proceedings of the 27th IEEE International Real-Time Systems Symposium. IEEE Computer Society – 2006.
5. ZigBee Alliance (2006). ZigBee Specification 2006. – Режим доступа: <http://www.zigbee.org>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
6. Бождай А. С. Встраиваемая система идентификации по голосовым биометрическим показателям / А. С. Бождай, П. А. Гудков, А. А. Гудков // Открытое образование – 2011. – № 2 (85). – С. 181–184.

References

1. Brunelli L. B. D., Maggiorotti M., Bellifemi F. L. Analysis of audio streaming capability of zigbee networks. Wireless sensor networks: the 5th European conference, EWSN-2008 (Bologna, Italy, 2008), 2008, vol. 4913.
2. CC2480 Interface Specification (from Texas Instruments documentation). Code of document: SWRA175.
3. CC2480 Data Sheet (from Texas Instruments documentation). Code of document: SWRS074.
4. Mangharam R., Rowe A., Rajkumar R., Suzuki R. Voice over sensor networks. RTSS'06: Proceedings of the 27th IEEE International Real-Time Systems Symposium. IEEE Computer Society, 2006.
5. ZigBee Alliance (2006). ZigBee Specification 2006. Available at: <http://www.zigbee.org>.
6. Bozhday A. S. Vstraivaemay sistema identifikacii po golosovim biometricheskim pokazatelam [Built-in system of identification on voice biometric indicators]. *Otkrytoe obrazovanie* [Open Education], 2011, no. 2 (85), pp. 181–184.

УДК 621.341

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МГНОВЕННЫХ И ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОЙ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТА В ЗОНЕ КОНТРОЛЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ОХРАНЫ

Воловач Владимир Иванович, кандидат технических наук

Поволжский государственный университет сервиса
445677, Россия, г. Тольятти, ГСП, ул. Гагарина, 4
E-mail: ssunrise@mail.ru

В статье показано, что обследование пространства в процессе обнаружения объекта может быть непрерывным во времени либо состоять из отдельных мгновенных актов; причем в большей части практически значимых случаев используется непрерывное обследование. В статье введено понятие и найдены мгновенные вероятности обнаружения объектов радиотехническими устройствами охраны для различных условий наблюдения. Названные характеристики являются статистическими. Условия наблюдения принято рассматривать как плохие, нормальные и хорошие.

Рассмотрено использование интенсивности обнаружения цели по дальности для количественной оценки эффективности устройств охраны. Введено понятие потенциала обнаружения. Показано, что аналитическое выражение интенсивности обнаружения может быть определено, исходя из выражения закона распределения вероятности обнаружения объекта по дальности.

Приведены выражения, связывающие мгновенные вероятности и интенсивность обнаружения через скорость движения объекта либо период обзора охранной системы.

Получены выражения оценок ожидаемой вероятности обнаружения неподвижного и движущегося объекта, как в постоянных, так и в изменяющихся условиях наблюдения. Практически важным выводом для применения охранных систем является то, что всегда существует возможность обнаружения объекта с высокой вероятностью при определенном количестве наблюдений либо при определенном времени наблюдения.

Ключевые слова: радиотехническое устройство охраны, мгновенные вероятности обнаружения, интенсивность обнаружения, ожидаемая вероятность обнаружения, изменяющиеся условия наблюдения.

DETERMINATION OF INSTANT PROBABILITIES OF OBJECT DETECTION AND ASSESSMENT OF EXPECTED ONES IN THE ZONE OF CONTROL OF RADIO ENGINEERING PROTECTION DEVICES

Volovach Vladimir I., Ph.D. (Engineering)

Volga Region State University of Service
4 Gagarin st., Tolyatti, GSP, 445677, Russia
E-mail: ssunrise@mail.ru

In the paper it is shown that space inspection in the course of detection of object can be continuous in time or consist of separate instant acts; and in most of practically significant cases continuous inspection is used. In the paper the concept is introduced and instant probabilities of object detection by radio engineering protection devices for various supervision conditions are found. The called characteristics are statistical. Supervision conditions can be considered as bad, normal and good.

Use of intensity of purpose detection by range for quantitative assessment of efficiency of protection devices is considered. The concept of detection potential is introduced. It is shown that analytical expression of detection intensity can be defined from the expression of law of distribution of object detection probability by range.

The expressions connecting instant probabilities and intensity of detection through speed of movement of object or the period of the review of security system are given.

Expressions of estimates of expected probability of detection of motionless and moving object, both in constants, and in changing conditions of supervision are received. Almost important conclusion for application of security systems is that always there is a possibility of detection of object with high probability at certain number of supervision or at certain time of supervision.

Keywords: Radio engineering protection device, Instant probabilities of detection, Intensity of detection, Expected probability of detection, Changing conditions of supervision.

Решение проблемы создания и теоретического анализа любых радиотехнических устройств охраны (РУО), являющихся частным случаем систем радиолокации ближней

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

дальности, сводится к решению нескольких локальных задач [4], среди которых одной из важнейших является разработка и оценка показателей эффективности РУО с учетом протяженного характера обнаруживаемых объектов, непрерывно изменяющейся дальности, различных законов мгновенной вероятности обнаружения. Автором ранее был рассмотрен [5] вопрос нахождения достоверного закона распределения дальности действия радиотехнического устройства охранной сигнализации применительно к движущемуся протяженному объекту в зависимости от скорости его движения, характера отражающей поверхности, условий работы РУО, с учетом статистических характеристик отраженных сигналов, а также формы диаграммы направленности радиолокационного РУО.

Также автором были получены [6] оценки достоверности обнаружения протяженных объектов на основе статистических распределений дальности РУО, а также аналитические соотношения для функции распределения дальности действия РУО, позволяющие оценить вероятность обнаружения протяженного объекта, проникающего в зону контроля радиолокационного устройства обнаружения.

Для определения искомой оценки вероятности обнаружения объекта рассмотрим сначала мгновенные вероятности обнаружения объектов охранными системами. В зависимости от конструктивных особенностей охранных систем и способов их использования обследование пространства в процессе проведения поиска объекта может быть непрерывным во времени или состоять из отдельных мгновенных актов [1, с. 8], [7, с. 124].

Обследование следует отнести к непрерывному процессу, если наблюдатель неизменно фиксирует свой «взгляд» на некоторой части пространства или если наблюдение ведется с помощью средства ненаправленного действия. Отметим, что средства ненаправленного действия не нашли практического применения в РУО.

Если средства направленного действия используются для обследования пространства в пределах некоторого угла, значительно превышающего ширину диаграммы направленности этих средств, то его следует рассматривать как обследование, состоящее из ряда отдельных мгновенных актов. При этом промежутки времени, через которые производятся мгновенные акты наблюдения, будут зависеть от величины обследуемого угла и угловой скорости обследования. Иногда эти промежутки могут быть настолько малы, что обследование можно считать непрерывным.

В общем случае решение о том, к какому способу отнести обследование, зависит от того, какой из них обеспечивает наибольшую точность описания процесса установления приборного контакта. Однако в большей части практически значимых случаев используется более простой – непрерывный способ.

В том случае, когда обследование состоит из отдельных актов (дискретное обследование), важным критерием для оценки эффективности средств наблюдения при поиске является мгновенная (элементарная) вероятность g обнаружения объекта на данной дальности путем одного мгновенного наблюдения.

Если в процессе проведения поиска осуществляется непрерывное обследование, важным критерием для оценки эффективности средств наблюдения является мгновенная (элементарная) вероятность γdt обнаружения в течение очень короткого промежутка времени dt . При этом величина γ является интенсивностью (мгновенной плотностью вероятности) числа обнаружений.

Рассмотренные характеристики являются статистическими, т.е. могут быть найдены из опыта [1, с. 14]. Для этого используют формулы

$$g = 1/\bar{n}; \quad (1)$$

$$\gamma = 1/\bar{t}, \quad (2)$$

где $\bar{n}$ – математическое ожидание числа обзоров, за которое обеспечивается обнаружение объекта охранным устройством; $\bar{t}$ – математическое ожидание времени, за которое обеспечивается обнаружение объекта с момента включения охранной системы.

Возможность применения величин g и γ для количественной характеристики эффективности охранных средств как устройств обнаружения обеспечивается возможностью определения на практике статистических распределений дальности обнаружения объектов и определения на их основе зависимостей $g(R)$ и $\gamma(R)$ для рассматриваемых типичных условий наблюдения. Графики $g(R)$ и $\gamma(R)$ для различных (хороших, нормальных, плохих) условий наблюдения представлены в работе [3]. Эти графики имеют убывающий характер при увеличении расстояния от РУО до обнаруживаемого объекта; причем линии графиков при различных условиях наблюдения сближаются с ростом названного расстояния.

Помимо двух выше названных характеристик можно использовать третью, которая называется интенсивностью (мгновенной плотностью вероятности) обнаружения объекта по дальности

$$f = -d\varphi / dR, \quad (3)$$

где $\varphi = \varphi(R)$ – потенциал обнаружения, который находится из уравнения

$$P = P(R) = 1 - \exp\{-\varphi\}. \quad (4)$$

Отсюда

$$\varphi = -\ln(1 - P) = \ln\{1/[1 - P(R)]\}. \quad (5)$$

Таким образом,

$$f = -d\varphi / dR = -P(R)/[1 - P(R)] \quad (6)$$

Зная закон распределения $P(R)$, можно найти аналитическое выражение для искомой интенсивности обнаружения f . Так для нормального закона распределения $P(R)$ значение f определяется через функцию Лапласа Φ по формуле

$$f = N(m_R, \sigma_R^2) / [0,5[1 + \Phi\{(R - m_R)/\sqrt{2\sigma_R}\}]] \quad (7)$$

Сравнительные графики функций $P(R)$, $\varphi(R)$ и $f(R)$ – вероятностные характеристики обнаружения объекта по дальности – получены автором и приведены в работе [3].

Интерес также представляют зависимости $f(R)$ для различных охранных систем [3] (рис. 1), из которых видно, что для приборов наблюдения невысокой эффективности (рис. 1, а) вероятность обнаружения будет всегда меньше единицы. Для наиболее эффективных приборов наблюдения (рис. 1, в) достоверное обнаружение происходит на некоторой дальности R_d . Наряду с названными принято выделять системы с «мертвой» зоной (рис. 1, б) и некоторой средней эффективностью (рис. 1, г).

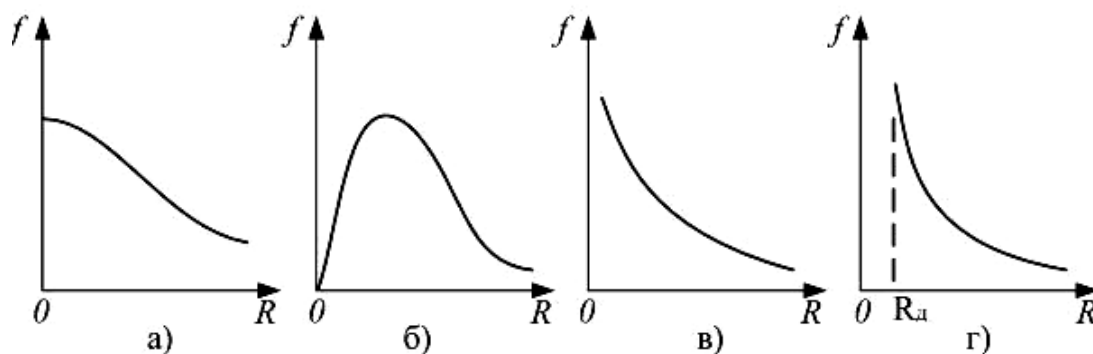


Рис. 1. Зависимости $f(R)$ для различных охранных систем

При этом, как показано в научном исследовании [8], обнаружение объекта для охранных систем высокой эффективности всегда более вероятно на некоторых средних дальностях, чем на больших или малых. Так как обнаружение объекта на больших дальностях маловероятно в силу недостаточной энергетической эффективности охранной сигнализации, а на малых дальностях обнаружение менее вероятно, поскольку объект невозможно обнаружить, прежде чем он сблизится с охраняемым устройством.

Между рассмотренными характеристиками существует определенная связь [1, с. 15], которая выражается следующими формулами:

$$\gamma = fV_{об}; \quad (8)$$

$$g = 1 - \exp(-\gamma T), \quad (9)$$

где $V_{об}$ – скорость движения объекта; T – период обзора;

$$f = \gamma / V_{об} = [\ln 1 / (1 - g)] / V_{об} T. \quad (10)$$

Эффективность процесса установления контакта с объектом за то или иное время может быть оценена с помощью накапливающихся (нарастающих) вероятностей обнаружения объекта [1, с. 15]. Рассмотрим данный вопрос поэтапно для различных условий наблюдения и различного характера поведения объекта.

Прежде всего остановимся на ожидаемой вероятности обнаружения неподвижных объектов охраняемыми системами. Будем рассматривать два типичных случая: неизменяющиеся и изменяющиеся условия наблюдения.

При неизменяющихся условиях наблюдения следует полагать, что $g = \text{const}$ и $\gamma = \text{const}$. Если используется охранная система дискретного действия и обнаружение объекта в каждый сеанс обнаружения представляет собой зависимое событие, вероятность $P(n)$ обнаружения объекта хотя бы один раз при n мгновенных наблюдениях можно найти в соответствии с теоремой о повторении независимых опытов по формуле [8, с. 38]:

$$P(n) = 1 - (1 - g)^n. \quad (11)$$

Из этой формулы вытекает важный для практики вывод: когда физические условия, в которых производится обнаружение, обеспечивают некоторую вероятность g обнаружения при одном мгновенном наблюдении, то, как бы она мала ни была, вероятность $P(n)$ может быть сколь угодно близка к единице при достаточно большом n , т.е. событие, заключающееся в обнаружении объекта, почти наверняка наступит.

Если обследование производится непрерывно в течение времени t при неизменных физических условиях, вероятность обнаружения объекта P за время t определяется формулой

$$P(t) = 1 - \exp(-\gamma t). \quad (12)$$

Из формулы (12) видно, что, имея значение величины γ и задаваясь временем наблюдения t , можно рассчитать вероятность обнаружения объекта при неизменяющихся условиях наблюдения (в частности, при неизменной дальности до объекта $R = \text{const}$).

При рассмотрении изложенного было принято, что объект находится на определенном расстоянии от прибора наблюдения, которое с течением времени не меняется, и при этом предполагалось, что γ также не меняется с течением времени t .

Видно, что величина γt , стоящая в степени в выражении (12), как бы мала ни была величина γ , теоретически может быть бесконечно велика, т.к. всегда возможно выбрать такое время наблюдения t , что вероятность обнаружения $P(t)$ будет близкой к единице.

При изменяющихся условиях наблюдения полагают, что $g = \text{var}$, $\gamma = \text{var}$.

Изменяющиеся значения мгновенных вероятностей обозначим через g_i и γdt , где g_i – элементарная вероятность обнаружения объекта для i -го мгновенного наблюдения, а γdt –

плотность вероятности обнаружения объекта, изменяющаяся со временем. Формулы для расчета вероятностей обнаружения в данном случае будут иметь вид:

– при дискретном обзоре

$$P(n) = 1 - (1 - g_1)(1 - g_2) \dots (1 - g_n) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - g_i), \quad (13);$$

– при непрерывном обзоре

$$P(t) = 1 - \exp\left[-\int_0^t \gamma_i dt\right] = 1 - \exp\left[-\int_0^t \gamma_i dt\right]. \quad (14)$$

Рассмотрим далее оценку ожидаемой вероятности обнаружения подвижного объекта, используя в т.ч. подходы, изложенные в работе [2]. Так же, как и в предыдущем случае, начнем рассмотрение с более простого случая – неизменяющихся условий наблюдения ($g = const$, $\gamma = const$).

Для быстро движущихся объектов можно считать, что за время их движения в зоне действия охранной сигнализации, ограниченной предельной дальностью обнаружения R_n , не происходит существенного изменения физических условий наблюдения, а, соответственно, и не происходит связанных с этим изменений величин g и γ . Такое допущение в ряде случаев вполне допустимо и даже закономерно.

Поэтому можно считать (рис. 2), что в зоне, ограниченной радиусом R_n , изменение величин g и γ будет обусловлено лишь перемещением объекта в зоне контроля прибора наблюдения (изменением его относительного местоположения).

Таким образом, g и γ являются функциями текущей дальности до объекта r обозначаемой внутри зоны действия охранной системы – R , т.е. $G_i = g_i(r) = g_i(R)$ и $\gamma_i = \gamma_i(r) = \gamma_i(R)$. При этом $P(n)$ и $P(t)$ могут быть определены по формулам:

$$P(n) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - g_i(R)]; \quad (15)$$

$$P(t) = 1 - \exp\left[-\int_0^t \gamma_i(R) dt\right]. \quad (16)$$

Значения $g_i(R)$ и $\gamma_i(R)$ могут быть выбраны оператором охранной системы.

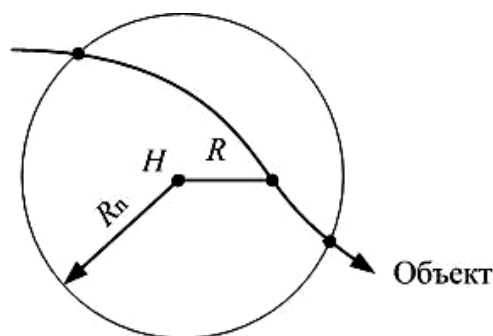


Рис. 2. Траектория возможного движения объекта в зоне контроля РУО

При изменяющихся условиях наблюдения ($g = var$, $\gamma = var$) возможно прийти к следующему. Ситуация, при которой g и γ есть функции не только текущей дальности до объекта R , но и текущего времени t (т.к. с течением его меняются условия наблюдения, вызывающие в свою очередь изменение g и γ), является наиболее общей. В этом случае $g_i = g_i(R, t)$ и $\gamma_i = \gamma_i(R, t)$ и формулы для определения $P(n)$ и $P(t)$ выглядят так:

$$P(n) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - g_i(R, t)]; \quad (17)$$

$$P(t) = 1 - \exp\left[-\int_0^t \gamma_i(R, t) dt\right]. \quad (18)$$

Значения $g_i(R, t)$ и $\gamma_i(R, t)$ выбираются применительно к соответствующим условиям, характерным для каждого i -го наблюдения. Однако для прямого расчета величины $P(t)$ по формулам (16) и (18) необходимо найти аналитические выражения для законов изменения $\gamma(R)$ и $\gamma(R, t)$.

Таким образом, в настоящей статье приведено понятие и найдены мгновенные вероятности обнаружения объектов охраняемыми системами для различных условий наблюдения. Определено понятие интенсивности обнаружения объекта по дальности. Найдено аналитическое выражение для интенсивности обнаружения f для нормального закона распределения.

Получены выражения оценок ожидаемой вероятности обнаружения неподвижного и движущегося объекта как в постоянных, так и в изменяющихся условиях наблюдения. В частности, если физические условия обеспечивают некоторую вероятность g обнаружения при одном мгновенном наблюдении, то независимо от ее малости, событие, заключающееся в обнаружении объекта, почти наверняка наступит при достаточно большом n .

Список литературы

1. Абгук В. А. Поиск объектов / В. А. Абгук, В. Г. Суздаль. – Москва : Советское радио, 1977. – 336 с.
2. Артюшенко В. М. Точность измерения параметров движения в условиях изменяющейся дальности / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Техника и технология сервиса : сб. науч. тр. ГАСБУ. – Москва : ГАСБУ, 1997. – С. 47–54.
3. Воловач В. И. Накапливающаяся вероятность обнаружения объектов в зоне контроля радиотехнических охраняемых устройств / В. И. Воловач // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2011. – Т. 7, № 1. – С. 17–20.
4. Воловач В. И. Обоснование моделей возмущающих воздействий на радиотехнические устройства охранной сигнализации / В. И. Воловач // Известия Самарского научного центра РАН. – 2006. – С. 71–78. – (Сер. Наука – промышленности и сервису).
5. Воловач В. И. Определение вероятности обнаружения протяженных объектов радиотехническими устройствами охранной сигнализации / В. И. Воловач // Радиолокация, навигация, связь: сб. докл. конф. – Воронеж : САКВОЕЕ ООО, 2006. – Т. 3. – С. 2000–2009.
6. Воловач В. И. Оценка достоверности обнаружения объекта по статистическому распределению дальности действия радиотехнических устройств охранной сигнализации / В. И. Воловач // Известия Самарского научного центра РАН. – 2006. – Вып. 2. – С. 134–144. – (Наука – промышленности и сервису).
7. Куликов Е. И. Оценка параметров сигнала на фоне помех / Е. И. Куликов, А. П. Трифонов. – Москва : Советское радио, 1978. – 296 с.
8. Левин Б. Р. Вероятностные модели и методы в системах связи и управления / Б. Р. Левин, В. Шварц. – Москва : Радио и связь, 1985. – 312 с.

References

1. Abguk V. A., Suzdal' V.G. Poisk obektov [Search of objects]. Moscow: Sovetskoe radio, 1977. 336 p.
2. Artjushenko V. M., Volovach V. I. Tochnost' izmerenija parametrov dvizhenija v uslovijah izmenjajuwejsja dal'nosti [Accuracy of measurement of parameters of movement in the conditions of changing range]. *Tehnika i tehnologija servisa* [Equipment and technology of service]: sb. nauch. tr. Moscow: GASBU, 1997, pp. 47–54.
3. Volovach V. I. Nakaplivajuwasja verojatnost' obnaruzhenija obektov v zone kontrolja radio-tehnicheskikh ohrannyh ustrojstv [Collecting probability of detection of objects in a zone of control of radio

engineering security devices]. *Jelektrotehnicheskie i informacionnye komplekсы i sistemy* [Electrotechnical and information complexes and systems], 2011, vol. 7, no. 1, pp. 17–20.

4. Volovach V. I. Obosnovanie modelej vozmuzhajuvihih vozeystvij na radiotehnicheskie ustrojstva ohrannoj signalizacii [Justification of models of revolting impacts on radio engineering devices of the security alarm system]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN*. [News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2006, pp. 71–78, (Ser. Nauka – promyshlennosti i servisu).

5. Volovach V. I. Opredelenie verojatnosti obnaruzhenija protjazhennyh obektov radio-tehnicheskimi ustrojstvami ohrannoj signalizacii [Definition of probability of detection of extended objects by radio engineering devices of the security alarm system]. *Radiolokacija, navigacija, svjaz'* [Radar-location, navigation, communication] : sb. dokl. konf. Voronezh : SAKVOEE OOO, 2006, vol. 3, pp. 2000–2009.

6. Volovach V. I. Ocenka dostovernosti obnaruzhenija obekta po statisticheskomu ras-predeleniju dal'nosti deystvija radiotehnicheskikh ustrojstv ohrannoj signalizacii [Assessment of reliability of detection of object on statistical distribution of range of operation of radio engineering devices of the security alarm system]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN*. [News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2006, iss. 2, pp. 134–144, (Ser. Nauka – promyshlennosti i servisu).

7. Kulikov E. I., Trifonov A. P. Ocenka parametrov signala na fone pomех [Assessment of parameters of signal against interferences]. Moscow : Sovetskoe radio, 1978. 296 p.

8. Levin B. R., Shvarc V. Verojatnostnye modeli i metody v sistemah svjazi i upravlenija [Probabilistic models and methods in communication and management systems]. Moscow : Radio i svjaz', 1985. 312 p.

УДК 02:004.3

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОМПЛЕКТОВАНИЯ КНИЖНОГО ФОНДА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

Хакимова Екатерина Васильевна, аспирант

Эрман Евгений Анатольевич, кандидат технических наук

Щербинина Оксана Владимировна, кандидат технических наук

Астраханский государственный университет

414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

E-mail: asu@aspu.ru, eerman@mail.ru

Описывается система комплектования книжного фонда на основе экспертных оценок с применением механизмов автоматического определения степени компетентности экспертов. Для формирования фонда библиотеки необходимы новые подходы к решению традиционных проблем в области управления формированием и использованием библиотечных фондов. Быстрая смена приоритетов в информационных потребностях учёных и специалистов требует оперативно изменения тематического плана комплектования библиотек. Описаны подходы, основанные на привлечении пользователей к процессу оценки изданий, предлагаемых книжным рынком и учете этих оценок при решении вопроса о заказе и приобретении конкретного издания для библиотеки. Показана целесообразность использования адаптированных механизмов метода экспертных оценок для ранжирования книжного фонда в рамках дисциплин. Решить эту задачу можно как с помощью метода непосредственной оценки, так и путем обработки оценок экспертов. Приведены основные функции автоматизированной системы комплектования книжного фонда, описаны категории пользователей приложения.