



УДК 519.816
ГРНТИ 27.43.51

АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ВОЗДЕЙСТВИИ ИСТОЧНИКОВ ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗМУЩЕНИЯ СРЕДЫ

Н.И. МАЙГУРОВА

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

И.Н. НАЗАРЕНКО, кандидат химических наук, доцент

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

В.В. ДРИГА, кандидат технических наук, доцент

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

В.Г. ДРИГА, кандидат химических наук

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

В статье предложен алгоритм принятия решений о воздействии источника физического возмущения среды (величине воздействия и ее последствий) на основе обработки измеренных значений физических параметров среды и результатов имитационного моделирования значений физических параметров среды, отличающийся от известных многопороговой схемой, учитывающей доверительную вероятность принятия решения.

Ключевые слова: алгоритмы, физические возмущения, окружающая среда, принятие решений.

DECISION-MAKING ALGORITHM ON THE ENVIRONMENT PHYSICAL PERTURBATION SOURCES IMPACT

N.I. MAJGUROVA

MESC AF "N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy" (Voronezh)

I.N. NAZARENKO, Candidate of Chemical Sciences, Assistant Professor

MESC AF "N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy" (Voronezh)

V.V. DRIGA, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor

MESC AF "N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy" (Voronezh)

V.G. DRIGA, Candidate of Chemical Sciences

MESC AF "N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy" (Voronezh)

The article suggests making decisions algorithm on the environment physical perturbation sources impact (the impact magnitude and its consequences) on the basis of environment physical parameters measured values processing and environment physical parameters simulation results values that differs from the known presence of multithreshold scheme

which takes into account the decision making confidence probability.

Keywords: algorithms, physical disturbance, environment, decision making.

Введение. В последнее время в связи с возрастающим разнообразием источников опасности как техногенного, природного, так и военного характера [1-3], для своевременного обнаружения и предупреждения угроз, распространяющихся через окружающую среду, необходимо обеспечение постоянного контроля физических возмущений среды.



Для решения поставленной задачи могут быть использованы различные подходы в определении параметров среды и принятии решения о воздействии, однако, существующие алгоритмы принятия решений работают только в условиях определения большого набора параметров и не учитывают доверительную вероятность принятия решения. Поэтому ниже представлен алгоритм принятия решений о воздействии источника физического возмущения среды (величине воздействия и ее последствий) на основе обработки измеренных значений физических параметров среды и результатов имитационного моделирования значений физических параметров среды, отличающийся от известных многопороговой схемой, учитывающей доверительную вероятность принятия решения, необходимый для успешного функционирования модуля регистрации физических параметров среды.

Сущность решения данной задачи заключается в определении количества значений физических параметров среды (ФПС), принадлежащих критическому диапазону.



Рисунок 1 – Последовательность оценки воздействия ИФВС по измеренным значениям ФПС

Анализ результатов обработки ФПС, полученных различными измерительными устройствами, показал, что измеренные значения ФПС с учетом ошибок измерений подчиняются нормальному закону распределения (рисунок 2).



В этом случае принятие решения о воздействии источника физического возмущения среды (ИФВС) осуществляется на основе определения вероятности попадания измеренных значений ФПС в заданный интервал, т.е.

$$P(x_{-\alpha} \leq x \leq x_{+\alpha}) = \frac{1}{\sigma_x \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \int_{x_{-\alpha}}^{x_{+\alpha}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma_x^2}} dx, \quad (1)$$

где \bar{x} - среднее значение ФПС; $x_{-\alpha}$, $x_{+\alpha}$ - значения ФПС, соответствующие отклонению ФПС на значение $-\alpha$ и $+\alpha$; σ_x - среднеквадратическое отклонение (СКО) измеренного значения ФПС, определяемое тактико-техническими характеристиками измерителя.

Для перехода к стандартному нормальному закону $N(0,1)$, связанного с функцией Лапласа $\Phi(x)$ соотношением

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt = 0,5 \cdot [1 + \Phi(x)] \quad (2)$$

сделаем замену переменных $\frac{x-\bar{x}}{\sigma_x} = t$; $dt = \frac{dx}{\sigma_x}$, и получим

$$P(x_{-\alpha} \leq x_u \leq x_{+\alpha}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{\frac{x_{-\alpha}-\bar{x}}{\sigma_x}}^{\frac{x_{+\alpha}-\bar{x}}{\sigma_x}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \frac{1}{2} \cdot \left[\Phi\left(\frac{x_{+\alpha}-\bar{x}}{\sigma_x}\right) - \Phi\left(\frac{x_{-\alpha}-\bar{x}}{\sigma_x}\right) \right] \quad (3)$$

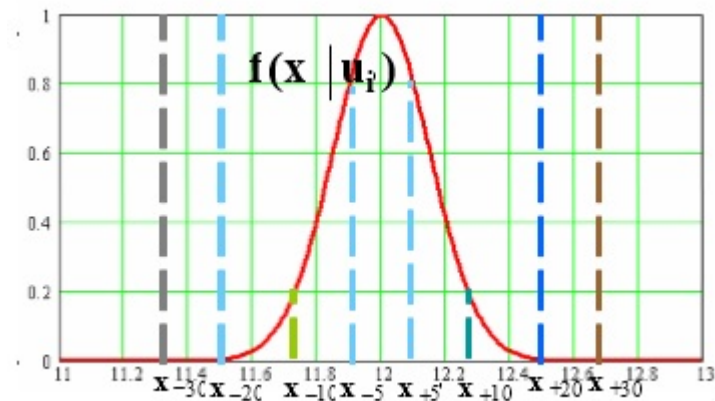


Рисунок 2 – Нормальный закон распределения и пределы интегрирования ФПС при различной величине его отклонения

В случае, когда СКО измеренных значений ФПС превышает заданное, необходимо использовать эмпирическую дисперсию, полученную по результатам обработки ФПС и рассчитываемую по формуле:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (4)$$



С учетом (1) формула (4) примет вид:

$$P(x_{-\alpha} \leq x_u \leq x_{+\alpha}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{\frac{x_{-\alpha}-\bar{x}}{S}}^{\frac{x_{+\alpha}-\bar{x}}{S}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \frac{1}{2} \cdot \left[\Phi\left(\frac{x_{+\alpha}-\bar{x}}{S}\right) - \Phi\left(\frac{x_{-\alpha}-\bar{x}}{S}\right) \right] \quad (5)$$

Очевидно, что попадание средних значений ФПСа в граничную область $x(\pm\alpha)$ приведет к увеличению ошибок первого и второго рода принятия первой или второй гипотезы и снижению вероятности правильного принятия решения.

В этом случае гарантировать заданную вероятность правильного принятия решения необходимо путём построения односторонних доверительных интервалов для среднего значения блеска \bar{x} , полученного на основе обработки ФПС.

В соответствии с [4, 5] односторонние доверительные интервалы для среднего значения блеска \bar{x} нормально распределенной случайной величины с уровнем доверия β определяются по формулам в случае, когда СКО распределения блеска известно σ

$$-\infty < a < \bar{x} + k_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad \text{и} \quad \bar{x} - k_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < a < +\infty; \quad (6)$$

где n – объем измерений ФПС; k_β - значения, получаемые путем решения уравнения

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-k_\beta}^{+k_\beta} e^{-\frac{x^2}{2}} dx,$$

где β - доверительная вероятность;
в случае, когда СКО распределения ФПС σ неизвестно

$$-\infty < a < \bar{x} + t_{n-1,\beta} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad \text{и} \quad \bar{x} - t_{n-1,\beta} \frac{s}{\sqrt{n}} < a < +\infty \quad (7)$$

где s – выборочная (эмпирическая) дисперсия, рассчитываемая по формуле

$$s = \frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2; \quad (8)$$

по результатам измеренных значений ФПС x_i ; $t_{n-1,\beta}$ – значения распределения Стьюдента, рассчитанные для $n-1$ степеней свободы с уровнем доверия β .

Обозначив величину отклонения порогового значения ξ с учетом доверительной вероятности для первой и второй гипотез равной: в случае, когда СКО распределения ФПС σ известно $\xi = k_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ и $\xi = t_{n-1,\beta} \frac{s}{\sqrt{n}}$, когда СКО распределения блеска σ ФПС.

При этом схему принятия решения можно представить в следующем виде (рисунок 3)



$$P = \begin{cases} 1, & \text{если } x_{cp} \in [x_{-\alpha} + \xi, x_{+\alpha} - \xi]; \\ 0, & \text{если } x_{cp} \in [x_{max} + \xi, x_{-\alpha} - \xi] \text{ или } [x_{+\alpha} + \xi, x_{min} - \xi]. \end{cases} \quad (9)$$

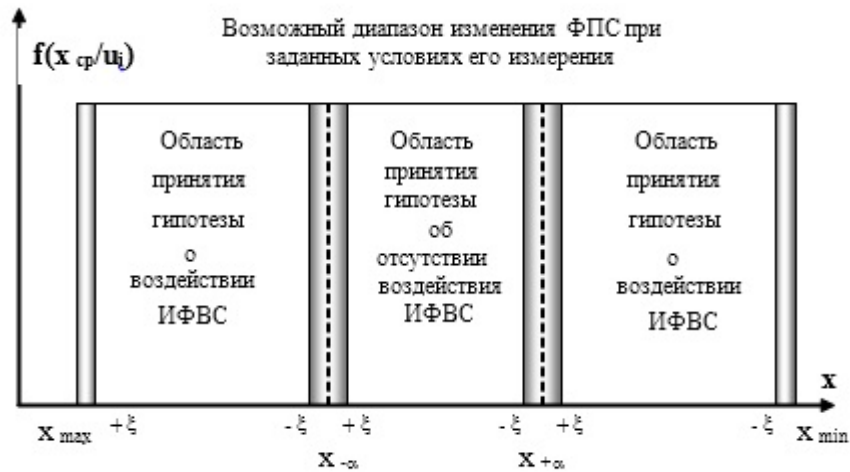


Рисунок 3 – Области принятия гипотез о наличии или отсутствии воздействия ИФВС в диапазоне значений $\pm\alpha$ с заданными доверительными вероятностями

Очевидно, что при попадании x_{cp} в область значений $[x_{max}, x_{max} + \xi]$, $[x_{-\alpha} - \xi, x_{-\alpha} + \xi]$, $[x_{+\alpha} - \xi, x_{+\alpha} + \xi]$ и $[x_{min} - \xi, x_{min}]$ решение, с заданной доверительной вероятностью принято быть не может.

В общем виде блок-схема АПР о воздействии ИФВС представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Блок-схема АПР о воздействии ИФВС по одному ФПС



Выводы. Таким образом, на основе обработки измеренных значений ФПС и результатам имитационного моделирования значений ФПС разработан АПР о воздействии ИФВС (величине воздействия и ее последствий) отличающаяся от известных многопороговой схемой, учитывающей доверительную вероятность принятия решения. Решена задача определения угроз, распространяющихся через окружающую среду, так как измерение и анализ значений ФПС позволяет принять решение о возможном воздействии ИФВС и определить возможное поражающее действие данного ФПС, а также обеспечивает контроль за физическими возмущениями окружающей среды в режиме реального времени с возможностью точного определения местонахождения источника опасности.

Реализация результатов исследования способна обеспечить реальную возможность своевременного определения и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быстров Р.П., Дмитриев В.Г., Потапов А.А. Электромагнитные системы и средства преднамеренного воздействия на физические и биологические объекты // Радиоэлектроника. 2014. Т. 6. № 2. С. 129–169.
2. Правдивцев В.Л. Биосферное и геосферное оружие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 335 с.
3. Ефремов С.В. Опасные технологии и производства: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2007. 236 с.
4. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания: учеб. пособие. М.: «Наука», 2004. 304 с.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука. Физматгиз, 1969. 576 с.

REFERENCES

1. Bystrov R.P., Dmitriev V.G., Potapov A.A. EHlektromagnitnye sistemy i sredstva prednamerennogo vozdejstviya na fizicheskie i biologicheskie ob"ekty // Radioehlektronika. 2014. T. 6. № 2. S. 129–169.
2. Pravdivtsev V.L. Biosfernoe i geosfernoe oruzhie. M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2012. 335 s.
3. Efremov S.V. Opasnye tekhnologii i proizvodstva: ucheb. posobie. SPb.: Izd-vo Politekhnicheskogo universiteta, 2007. 236 s.
4. Gorelik A.L., Skripkin V.A. Metody raspoznavaniya: ucheb. posobie. M.: «Nauka», 2004. 304 s.
5. Teoriya veroyatnostej. M.: Nauka. Fizmatgiz, 1969. 576 s.

© Майгурова Н.И., Назаренко И.Н., Дрига В.В., Дрига В.Г., 2017

«Воздушно-космические силы. Теория и практика». Материал поступил в редколлегию 16.08.2017 г.

Майгурова Нина Ивановна, младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru

Назаренко Игорь Николаевич, кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского управления научно-исследовательского



центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru

Дрига Владимир Владимирович, доцент кафедры управления авиацией (с пунктов управления), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru

Дрига Вера Геннадьевна, научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru