

Еще одним достоинством данной структуры является то, что она позволяет выделить объекты электроэнергетической системы, к которым предъявляются повышенные требования по тем или иным критериям.

Опираясь на изложенное в первой части статьи можно предположить, что представленная структура вполне реализуема посредством трансформации существующих элементов объединенной энергетической системы Украины.

Список использованной литературы: 1. Анализ угроз и уязвимостей промышленных автоматизированных систем управления / Гончар С., Леоненко Г., Юдин А. // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2013. Випуск 2 (26). 2. Проблемы обеспечения информационной безопасности систем критически важной информационной инфраструктуры Украины / Леоненко Г.П., Юдин А.Ю. // Специальный выпуск. Труды конференции “Кибербезопасность-2013”. – С. 44. 3. Грицай Г., Тиморин А., Гольцев Ю., Ильин Р. Безопасность промышленных систем в цифрах. – М.: Positive Technologies, 2012. – С. 12. 4. Анализ и оценка нормативных документов, применяемых для обеспечения информационной безопасности Smart Grid систем / Юдин О.Ю., Пирогов Г.В. // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2013. Випуск 1 (25). – С. 88. 5. Кибернетическая безопасность – понятие, значение и эволюция от военных основ к самостоятельному виду безопасности/ Соколов М. С. // Электронное научное издание “Военное право”. – 2012. №1. – С. 6. 6. NISTIR 7628. Guidelines for Smart Grid Cyber Security: Vol. 1, Smart Grid Cyber Security Strategy, Architecture, and High-Level Requirements // National Institute of Standards and Technology. – 2010. – 15 p. 7. Электроэнергетика України: стан і тенденції розвитку // Національна безпека і оборона. – 2012. № 6 (135). – С. 2-42. 8. НД ТЗИ 21.1-002-99. Общие положения по защите информации в компьютерных системах от несанкционированного доступа : офиц. текст : [утвержденный приказом ДСТСЗИ СБ Украины 28 апреля 1999 года № 22].

Борис Уваров, Юрий Зиньковский

Национальный технический университет Украины “КПИ”

УДК 621.396.67

ФУНКЦИЯ УСПЕШНОСТИ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ОТ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

Анотація: Запропонована імовірнісна функція успішності захисту радіоелектронного апарату (РЕА), використання якої дає можливість у процесі проектування передбачати зміну функціональних характеристик РЕА під дією зовнішніх впливів.

Summary: We propose a probabilistic function is successful protection of radio electronic apparatus (REA), which gives the possibility in the design process to anticipate a change in the functional characteristics of the REA from the effect of external influences.

Ключевые слова: Радиоэлектронная аппаратура, внешние факторы, функция защиты.

І Постановка проблеми

Результатом функционирования радиоэлектронного аппарата (РЭА) являются процессы – совокупность множества физических процессов – выходных характеристик Y_m ; последние могут быть представлены вектором

$$Y = [Y_1, \dots, Y_m, \dots, Y_l]^T,$$

где t – оператор транспонирования.

Компоненты вектора Y – это, например, выходные сигналы каналов видеотракта или звуковых частот, амплитуды механических колебаний РЭА на виброизоляторах, температуры электроэлементов (ЭРЭ) на плате микросборки (МСБ).

Существенное влияние на составляющие вектора Y при эксплуатации оказывают внешние воздействия:

$$Q = [Q_1, \dots, Q_k, \dots, Q_s]^T.$$

Ко внешним воздействиям Q на РЭА относятся: электромагнитные и ионизирующие излучения окружающей среды или внешних источников; линейные ускорения, вибрации и удары; климатические факторы (для последних – температура среды прежде всего).

Внешние факторы Q чаще всего нарушают работу РЭА, в наихудшем случае могут привести к отказу нормального функционирования устройства. Влияние этих факторов на работу РЭА можно описать уравнением $Y = Y(Q)$; если аппарат выполняет свои функции успешно, каждая из выходных характеристик должна находиться в необходимых, заданных в техническом задании (ТЗ) и технических условиях границах:

$$Y_{minP} \leq Y_n \leq Y_{maxP}. \quad (1)$$

Суть процесса проектирования РЭА (как и любого технического устройства) – в обеспечении выполнения условий (1) при действии внешних факторов Q , и выполнение этого условия должно быть предусмотрено в методах проектирования.

Создание таких сложных технических объектов, какими являются РЭА, невозможно без использования систем автоматизированного проектирования (САПР), представляющих собой комплекс взаимодействующих компьютерных программ. Каждая САПР имеет собственные объектно-ориентированные базы данных и часто взаимодействует с внешними информационными массивами. Поэтому при создании комплексов САПР необходимо иметь в их составе системы защиты информации, что рекомендуется стандартами ИСО/МЭК [1].

Математические модели реальных процессов в РЭА могут быть представлены системами дифференциальных или критериальных уравнений, объединяющих физические величины, а также отображающих связи между ними. Это выражения для векторов Y , в каждое из которых входят значения первичных параметров Q .

Большой частью эти модели представляют физические явления идеализированно, детерминированно отображая связи между физическими величинами, входящими в указанные уравнения, а также предполагая, что и значения самих величин также детерминированы. Но в действительности все физические величины являются стохастическими объектами, свойства которых необходимо определять вероятностными показателями, а выражения векторов Q^{st} и функций Y^{st} – вероятностными характеристиками (стохастичность физических величин, функций, векторов здесь и далее обозначена верхним индексом “st” – *stochastic*) [2, 3].

Актуальной задачей создания современных конструкций РЭА является разработка методов проектирования, основанных на использовании математического аппарата теории вероятности, что давало бы возможность прогнозировать границы рассеяния функциональных характеристик реального РЭА, полученных в результате проектирования.

II Стохастические свойства процессов в РЭА

Как известно [4], стохастическую величину характеризуют:

– функцией распределения $F(x) = P(X < x)$, отображающей вероятность нахождения величины X в интервале, меньшем, чем x ;

– плотностью вероятности $f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$;

– характеристической функцией $Q(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{j\omega x} dx$.

Все три вероятностные характеристики однозначно связаны друг с другом, т. е. задание одной из них в любой форме позволяет определить другие.

Математические модели процессов Y^{st} можно получить из уравнений Лагранжа второго рода, записанных с учетом стохастических характеристик физических величин [2,3]:

$$\left[\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right]^{st} - \left[\frac{\partial T}{\partial q_i} \right]^{st} + \left[\frac{\partial U}{\partial q_i} \right]^{st} + \left[\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} \right]^{st} - Q_i^{st} = 0, \quad i = 1, \dots, k; \quad (2)$$

где T – кинетическая энергия, U – потенциальная; Φ – функция рассеяния энергии; q – обобщенные координаты (для механических, тепловых, электромагнитных процессов это координатные направления); Q – обобщенные силы (для механических процессов это механические силы; для тепловых – тепловой потенциал $0,5 \int_V c \rho \theta^2 dV$, где c – теплоемкость, ρ – плотность вещества в объеме V , θ – относительная температура; для электромагнитного поля – векторы напряженности электрического и магнитного поля); t – время.

Выражения для различных форм энергии и функции рассеяния как функций обобщенных координат q_i имеют вид:

$$T^{st} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n a_i^{st} (\dot{q}_i^{st})^2 \quad \text{– для кинетической энергии;}$$

$$U^{st} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n c_i^{st} (q_i^{st})^2 \quad \text{– для потенциальной энергии;}$$

$$\Phi^{st} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n b_i^{st} (\dot{q}_i^{st})^2 - \text{для функции рассеяния Рэлея,}$$

где обобщенные коэффициенты: a_i^{st} – инерции; c_i^{st} – жесткости; b_i^{st} – рассеяния энергии.

Методы интегрирования стохастических дифференциальных уравнений существенно отличаются от обычных методов интегрирования для детерминированных функций и процессов и рассмотрены в специальной литературе [5, 6]. Для этих операций используют интегралы Ито, Стратоновича, численные методы статистического моделирования. Главная задача при таком подходе – получить неизвестное ранее решение исходного стохастического дифференциального уравнения (или системы таких уравнений).

Для детерминированных моделей решения исходных дифференциальных уравнений во многих случаях известны: так, например, из системы (2) после соответствующих преобразований можно получить: уравнения Максвелла для электромагнитных процессов [7], дифференциальные уравнения для токов и напряжений в электрических цепях [8], механических колебательных процессов [9], процессов тепломассопереноса [10].

Если же исходные уравнения (2) стохастические, то и полученные из них дифференциальные уравнения процессов, протекающих в РЭА – электромагнитных, электрических, механических – также должны быть стохастическими, а решения последних (уравнения функциональных характеристик) – отображать их стохастическую природу, и характеризоваться функциями распределения, математическим ожиданием, дисперсией.

Таким образом, взяв за основу детерминированные выражения для функциональных характеристик РЭА, которые есть в наличии, и обнаружив стохастическую природу входящих в них физических величин, можно получить стохастические выражения этих характеристик минуя интегрирование исходных стохастических дифференциальных уравнений.

При таком подходе можно считать, что математические преобразования, обозначенные символами производных от стохастических величин, т. е. $\left[\frac{\partial T}{\partial q} \right]^{st}$, $\left[\frac{\partial U}{\partial q} \right]^{st}$ и др. являются операторными изображениями

математических конечных переходов (по сути аналогичных детерминированным) от первоначальной стохастической величины к изображению ее производной, причем методы этого перехода можно не рассматривать. Обратные переходы (интегрирование дифференциальных стохастических уравнений, также без детализации математических операций) позволят получить решения исходных уравнений на основе известных детерминированных решений в виде стохастических функций.

Из системы уравнений (2) можно получить дифференциальные уравнения для процессов:

- электромагнитных; их решения – стохастические показатели конструктивных элементов РЭА, обеспечивающих электромагнитную совместимость устройства [7];
- электрических в электрических цепях, что дает стохастические значения в них токов и напряжений [8];
- механических колебаний элементов конструкции РЭА; их решения дают возможность определить стохастические деформации этих элементов [9];
- распространения тепла в МСБ и конструктивных ячейках, их решения определяют поля стохастических температур в этих структурных элементах и температуры отдельных элементов электронной структуры (ЭЭС) РЭА [10].

Для характеристик процессов Y^{st} можно использовать различные распределения, в том числе и нормальный закон, хорошо отображающий процессы изнашивания и естественного старения, являющиеся результатом циклических нагрузок, температуры, действия радиации.

Гамма-распределением можно описать процессы, влияющие на надежность ЭЭС и РЭА в целом; распределением Вейбулла – надежность полупроводниковых приборов, деталей конструкции при изнашивании и старении, надежность в период приработки, при ускоренных испытаниях компонентов в форсированных режимах [4].

Стандарт [11] рекомендует для определения показателей надежности механических систем, деталей корпуса РТУ и передаточных механизмов, преобладающий механизм деградации которых – необратимые процессы изнашивания, усталости и коррозии – модель *DM*-распределения – диффузионного монотонного.

Надежность ЭЭС, электронных и технических систем, содержащих ЭЭС, отказы которых являются результатом старения, различных электропроцессов, в соответствии с рекомендациями того же стандарта необходимо рассчитывать по модели *DN*-распределения – диффузионного немонотонного.

Внешние факторы Q^{st} – электромагнитные, механические и климатические воздействия – можно охарактеризовать нормальным распределением, определяя рассеяние в границах допуска на

соответствующий фактор. Особые вероятностные характеристики могут быть у процессов деградации (старения) – они чаще всего соответствуют распределению Вейбулла.

В большинстве случаев вектор Y^{st} формируется как сумма большого числа независимых составляющих Q_i^{st} , плотность распределения которого:

$$f_y = f(q_i) = \prod_i f_q(q_i).$$

Эту функцию с высокой достоверностью можно принять соответствующей нормальному закону [4]:

$$f(y_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{y_i}} \exp\left[-\frac{(y_i - m_{y_i})^2}{2\sigma_{y_i}^2}\right].$$

Следовательно:

– математическое ожидание:

$$m_y = M[\varphi(Q_i)] = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(Q_i) f(q_i) dq_i;$$

– дисперсия: $D_y = D[\varphi(Q_i)] = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} [\varphi(Q_i) - m_y]^2 f(q_i) dq_i;$

– среднеквадратическое отклонение $\sigma_y = \sqrt{D_y}.$

Эти показатели определяют диапазон, в котором будет находиться множество (теоретически – несчетное) вариантов функции Y^{st} . Поэтому существенно расширяются возможности выбора варианта проектируемого объекта, функциональные характеристики которого оптимальным образом соответствуют требованиям ТЗ.

III Определение воздействия внешних факторов

При проектировании вероятную степень изменения характеристик РЭА при действии внешних факторов можно определить при помощи функции успешности защиты, полученной из следующих соображений.

Нормальное функционирование РЭА будет обеспечено, если выполняются условия $y_m(q_k) \leq y_{доп}(q_k)$, $m = 1, 2, \dots, t$; $y_m \in Y$, $q_{k\min} \leq q_k \leq q_{k\max}$, означающие, что $Y(Q_k) \leq Y_{доп}(Q_k)$ при любых $y_m \in Y$. Реакцией РЭА на действие любого из векторов q_k будет изменение соответствующего вектора $\Delta y_m = \varphi_k(q_k)$, а относительное отклонение для него $\delta y_{mk} = \frac{1}{y_{m0}} \int_{q_{k\min}}^{q_{k\max}} \Delta y_m(q_k) dq_k$. Для всего множества Q_k влияние на вектор Y составит

$\delta Y_m = \sum_{k=1}^s \delta y_{mk}$, а сама функция успешности защиты от внешнего фактора будет такой:

$$\Phi_P^{st} = \frac{Y_{ном}^{st}(Q^{st})}{Y_{доп}^{st}} (1 + \delta Y_m^{st}). \quad (3)$$

Если $\Phi_P \leq 1$, защита от внешнего фактора будет успешной, т. е. этот фактор не выведет РЭА из нормального функционирования (не приведет к отказу); при $\Phi_P > 1$ возможно появление отказа.

Такой анализ влияния внешних воздействий необходимо проводить прежде всего для электромагнитных, механических и тепловых факторов (кстати, два последних в 70 – 85 % всех случаев являются причинами отказов РЭА).

Т. к. функции Q и Y стохастические, такую же стохастическую природу будет иметь и функция Φ_P , и для нее необходимо определять ее вероятностные или числовые показатели.

Ниже приведены примеры оценок функции успешности защиты для различных факторов, могущих влиять на функциональные характеристики РЭА – электромагнитных, механических, тепловых.

1. Защита РЭА или его функционального узла (ФУ) экраном от внешнего электромагнитного поля (для РЭА таким экраном будет металлический корпус).

Эффективность экранирования магнитного поля определяют уровнем экранирования S и коэффициентом экранирования B – отношением напряженностей магнитного поля H в объеме без экрана и H_e под экраном:

$$S = \frac{H_e}{H}, \quad B = \ln \left| \frac{1}{S} \right| = \ln \left| \frac{H}{H_e} \right|.$$

Уровень экранирования электромагнитного поля [11]:

$$S^{st} = \frac{1}{\cosh(k^{st}d)} \cdot \frac{1}{1 + 0.5\left(N + \frac{1}{N}\right)\tanh(k^{st}d)},$$

где $N = Z_d^{st} / Z_m^{st}$ – отношение волновых сопротивлений для диэлектрика (воздуха) и для материала экрана, соответственно; $k^{st} = \sqrt{\mu\sigma\omega}$ – коэффициент распространения, μ – магнитная проницаемость, σ – удельная проводимость материала экрана; ω – частота электромагнитного поля; d – толщина стенки экрана.

В данном случае аналогом внешнего фактора Q следует рассматривать напряженность внешнего поля H^{st} , аналогом вектора Y – напряженность поля под экраном $H_e^{st} = \varphi(H^{st}) = S^{st}H^{st}$. Функцию успешности защиты можно определить так:

$$\Phi_P^{st} = \frac{H_e^{st}}{H_{доп}^{st}} (1 + \delta S^{st}) = \frac{H^{st} S^{st}}{H_{доп}^{st}} (1 + \delta S^{st}) \leq 1, \quad (4)$$

т. е. ее определяет также и относительное отклонение уровня экранирования δS^{st} . Согласно [12], уровень экранирования $S^{st} = \varphi(Z_d^{st}, Z_m^{st}, k^{st})$; если определены вероятностные показатели параметров $Z_d^{st}, Z_m^{st}, k^{st}$, для уровня экранирования можно вычислить:

- математическое ожидание $m_S = \int \int \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(Z_d, Z_m, k) f_d(z_d) f_m(z_m) f_k(k) dz_d dz_m dk$;
- дисперсию $D_S = \int \int \int_{-\infty}^{\infty} [\varphi(Z_d, Z_m, k) - m_S]^2 f_d(z_d) f_m(z_m) f_k(k) dz_d dz_m dk$;
- среднеквадратическое отклонение $\sigma_S = \sqrt{D_S}$;
- относительное отклонение $\delta S = \sigma_S / m_S$.

Напряженность внешнего поля H^{st} , при которой должен нормально функционировать РЭА, задается условиями ТЗ, а допустимые для ЭЭС и ФУ напряженности полей H_e^{st} определяются свойствами элементной базы; тем самым из уравнения (4) при проектировании можно получить необходимые конструктивные свойства $S_{ном}^{st}$, при которых не будет превышения H_e^{st} относительно допустимого.

Стохастически влияющими параметрами для функции успешности защиты будут напряженность внешнего магнитного поля H^{st} , магнитная проницаемость μ , удельная проводимость σ , частота электромагнитного поля ω ; толщина стенки экрана d .

3D-диаграммы функции успешности защиты приведены на рис. 1:

- $\Phi_P^{st} = \Phi(\omega, d)$ – зависимость от частоты поля и толщины стенки экрана – на рис. 1,а;
- $\Phi_P^{st} = \Phi(\omega, \mu)$ – зависимость от частоты поля и проницаемости μ – на рис. 1,б.

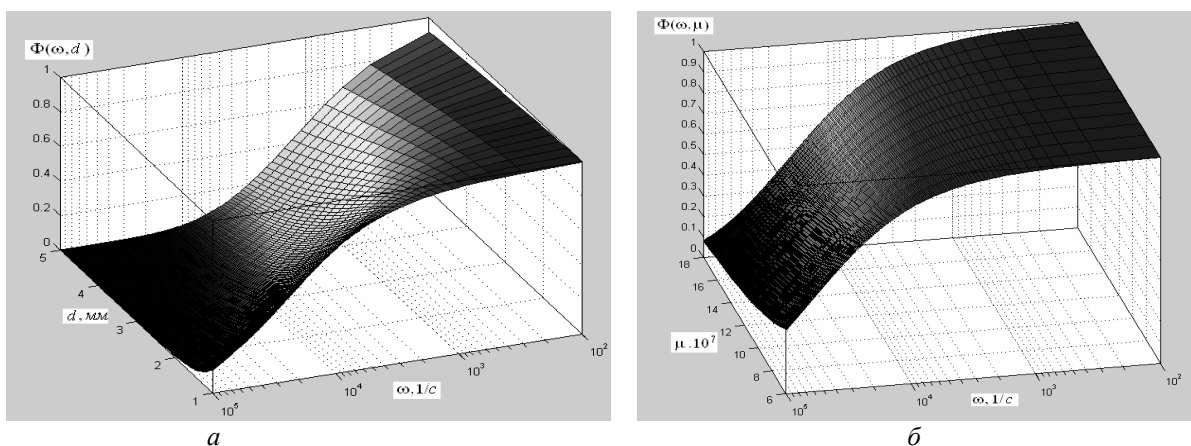


Рисунок 1 – Функция защиты от внешнего электромагнитного поля

2. Динамические прогибы печатной платы ячейки при кинематическом возбуждении.

Эти прогибы определяют из уравнения [2]:

$$w^{st}(x, y) = \sum_i \sum_k z_o^{st} K R_z^{st} w_i(\xi) w_k(\eta),$$

где z_o^{st} – вертикальное смещение опорных точек; $w_i(\xi)$, $w_k(\eta)$ – базисные функции (функции линий прогиба); K – коэффициент, определяющий характер закрепления сторон платы; коэффициент передачи R_z – функция отношения частот внешнего возбуждения ω_z и собственной ω_0 – коэффициента расстройки $\varpi = \omega_z/\omega_0$:

$$R_z^{st} = \frac{\sqrt{1 + 4(\gamma^{st} \varpi^{st})^2}}{\sqrt{[1 - (\varpi^{st})^2]^2 + 4(\gamma^{st} \varpi^{st})^2}},$$

где γ – коэффициент механических потерь материала [2].

В этом случае внешний фактор – смещение z_o^{st} , функциональная характеристика РЭА – динамические прогибы $w^{st} = \varphi(z_o^{st}, \varpi^{st}, \gamma^{st})$. Функция успешности защиты:

$$\Phi_P^{st} = \frac{W_{ном}^{st}(z_o^{st})}{W_{дон}^{st}} (1 + \delta w^{st}) \leq 1. \quad (5)$$

Для относительного смещения δw^{st} :

– математическое ожидание

$$m_w = \int \int \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(z_o^{st}, \varpi^{st}, \gamma^{st}) f_z(z_o) f_{\varpi}(\varpi) f_{\gamma}(\gamma) dz_o d\varpi d\gamma;$$

– дисперсия
$$D_w = \int \int \int_{-\infty}^{\infty} [\varphi(z_o^{st}, \varpi^{st}, \gamma^{st}) - m_w]^2 f_z(z_o) f_{\varpi}(\varpi) f_{\gamma}(\gamma) dz_o d\varpi d\gamma;$$

– среднеквадратическое отклонение $\sigma_w = \sqrt{D_w};$

– относительное отклонение $\delta w^{st} = \sigma_w / m_w.$

На рис. 2 приведена 3D-диаграмма функции успешности защиты $\Phi_P^{st} = \Phi(\omega, z_o)$ в зависимости от двух факторов – частоты расстройки ϖ и смещения мест крепления z_o .

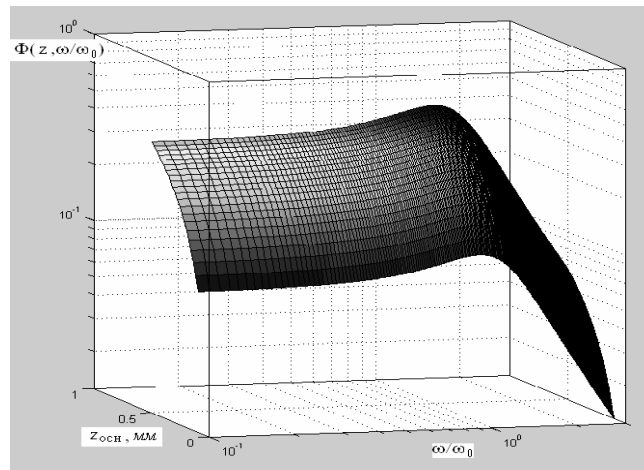


Рисунок 2 – Функция успешности защиты от внешних механических факторов

Допустимые прогибы печатной платы $w_{дон}^{st}$ определяются функциональным назначением структурной единицы РЭА, $w_{ном}^{st}$ и δw^{st} – ее конструктивными свойствами. Из уравнения (5) можно определить, при каком значении z_o^{st} будут превышены допустимые значения $w_{дон}^{st}$, или каким образом необходимо изменить конструкцию РЭА, чтобы такого превышения не было.

3. Температуры ЭЭС в корпусе РЭА.

Температурный режим в корпусе РЭА можно определить с помощью критерия K_T – отношения температуры окружающей среды T_o к температурам ЭЭС $T_{эл}$ [3]:

$$K_T^{st} = \frac{T_o^{st}}{T_{эл}^{st}} = \frac{1}{\frac{N_{эл}^{st}}{T_{эл}^{st} F_k^{st}} \left(\frac{F_k^{st}}{k_{эл}^{st} F_{эл}^{st}} + \frac{1}{k_{вн}^{st}} + \frac{1}{k_{ст}^{st}} + \frac{1}{k_k^{st}} \right) + 1}, \quad (6)$$

где $N_{эл}$ – мощность, выделяемая элементами во внутреннем объеме корпуса и которая должна быть отведена в окружающую среду; $F_{эл}$, F_k – площадь теплоотвода элементов, выделяющих тепло и внешняя площадь корпуса, соответственно; критерии: теплоотдачи $k_{эл}$ – от поверхностей ЭРЭ к внутреннему объему корпуса, $k_{вн}$ – теплоотдачи от внутреннего объема к стенкам корпуса, k_k – от корпуса к внешней среде, k_k – теплопередачи через стенку корпуса.

Используя (6), получим такое выражение для функции успешности защиты:

$$\Phi_P^{st} = \frac{T_o^{st}}{T_{доп}^{st}} \left[\frac{N_{эл}^{st}}{T_{эл}^{st} K_k^{st}} \left(\frac{F_k^{st}}{k_{эл}^{st} F_{эл}^{st}} + \frac{1}{k_{вн}^{st}} + \frac{1}{k_{ст}^{st}} + \frac{1}{k_k^{st}} \right) + 1 \right] (1 + \delta T^{st}).$$

По аналогии с предыдущими случаями, можно определить для функции $T_{НОМ}^{st}(x, y)$ значения критериев $k_{эл}$, $k_{вн}$, k_k (т. е. методы и режимы охлаждения), обеспечивающие допустимый уровень температур при заданной суммарной мощности ЭЭС $N_{эл}$.

3D-диаграмма функции успешности защиты $\Phi_P^{st} = \Phi(k_{эл}, k_k)$ как зависимость от двух критериев теплоотдачи: от поверхностей ЭЭС $k_{эл}$ и от внешней поверхности корпуса k_k для теплового режима конкретной конструкции РЭА приведена на рис. 3.

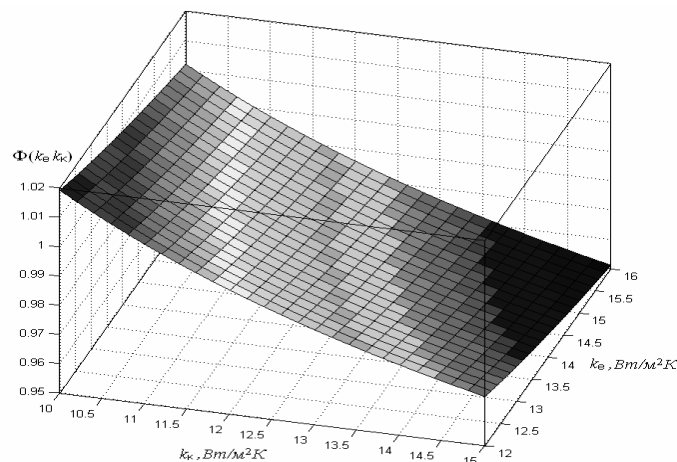


Рисунок 3 – Функция успешности защиты от тепловых факторов

На диаграмме видно, что для выбранных параметров РЭА влияние тепловых факторов может несколько превысить допустимый уровень температур $T_{эл}$ (для $k_{эл} < 12$ Вт/м²К), т. е. будет необходимо интенсифицировать охлаждение ЭЭС во внутреннем объеме корпуса.

IV Комплексная функция успешности защиты

При одновременном действии нескольких внешних факторов функция успешности защиты должна отражать уровни защиты от всех них, т. е. быть комплексной.

Например, для рассмотренных выше трех факторов ее можно представить в виде функционала

$$\Psi^{st} = \Psi^{st}(\Phi_{Pэ}^{st}, \Phi_{Pм}^{st}, \Phi_{Pт}^{st}), \quad (7)$$

где частные функции успешности защиты: $\Phi_{Pэ}$ – от электромагнитных воздействий, $\Phi_{Pм}$ – от механических, $\Phi_{Pт}$ – от тепловых.

Функционал (7) невозможно выразить алгебраическим уравнением: его нельзя например, представить как произведение частных функций защиты $\Psi^{st} = \prod_j \Phi_{Pj}^{st}$ или суммы $\Psi^{st} = \sum_j \Phi_{Pj}^{st}$ – в этих случаях отдельные

частные функции защиты могут компенсировать друг друга, так что значение функционала будет меньше

еденицы, хотя значения некоторых частных функций будут больше еденицы, т. е. защита не будет осуществляться.

В структуру функционала Ψ должны быть включены логические операторы, сигнализирующие о превышении значения $\Phi_{pi} > 1$ для любой из частных функций, и определяющие, какое из условий защиты нарушено. В современных САПР, которые основаны на использовании алгоритмических языков, в каждом из которых имеется достаточное число логических операторов, эта задача решается без каких-либо трудностей.

В Выводы

Вероятностные функции успешности защиты, использование которых дает возможность в процессе проектирования радиоэлектронного аппарата оценить изменение его функциональных характеристик под действием стохастических внешних факторов, должны быть составной частью современных систем автоматизированного проектирования. Это позволит определять необходимые параметры конструкции, обеспечивающие ее оптимальные функциональные характеристики при эксплуатации и возможность устойчивой работы радиоэлектронного аппарата при воздействии внешних факторов.

Список использованной литературы: 1. ISO/IEC. Information technology – Security techniques – Management of information and communication technology security. 2. Уваров Б. М., Зиньковський Ю. Ф. Проектування та оптимізація механостійких конструкцій радіоелектронних засобів з імовірнісними характеристиками: – Київ, “Корнійчук”, 2011. – 248 с. – ISBN 978-966-7599-70-6. 3. Уваров Б. М., Зиньковський Ю. Ф. Оптимізація теплових режимів та надійності конструкцій радіоелектронних засобів з імовірнісними характеристиками: – Київ, “Корнійчук”, 2011. – 201 с. – ISBN 978-966-7599-71-3. 4. Справочник по теории вероятностей и математической статистике/ В. С. Королюк, Н. И. Портенко, А. В. Скороход, А. Ф. Турбин. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 640 с. 5. Стратонович Р. Л. Нелинейная неравновесная термодинамика. – М.: Наука, 1985 – 478 с. 6. Кузнецов Д. Ф. Стохастические дифференциальные уравнения: Теория и практика численного решения. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: СПбГПУ, 2009. – 767 с. 7. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. — Издание 7-е, исправленное. – М.: Наука, 1988. – 512 с. 8. Тихонов В. И. Статистическая радиотехника. М.: Сов. радио, 1982. – 624 с. 9. Бабаков И. М. Теория колебаний: Учеб. Пособие для студентов вузов. – М.: Наука, 1968. – 560 с. 10. Лыков А. В. Теплообмен (Справочник). 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Энергия, 1978. – 480 с. 11. ДСТУ 2862-94. Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги. 12. Зиньковський Ю. Ф., Клименко В. Г. Електромагнітна, інформаційна захищеність та сумісність електронних апаратів. – Житомир, ЖІТІ, 1999. – 376 с.