

14. Малугин, В. А. Математика для экономистов: Линейная алгебра [Текст]: курс лекций / В. А. Малугин. — М.: Эксмо, 2006. — 224.
15. Березовский, В. С. Создание электронных учебных ресурсов и онлайн-обучение [Текст]: учебн. пособ. / В. С. Березовский, И. В. Стеценко. — К.: Изд. группа ВНУ, 2013. — 176 с.

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕСТІВ ПО МАТЕМАТИЦІ В АDOBE CAPTIVATE

Стаття присвячена створенню інтерактивних тестів, суттю яких є безпосередня взаємодія учнів і процесу тестування з подальшим автоматичним підрахунком результатів. Модель і алгоритм створення інтерактивних тестів, розрахунок валідності і надійності як стійкості для інтерактивних тестів детально описані в цій статті.

Ключові слова: інтерактивний тест, вища математика, валідність, надійність, Adobe Captivate.

Ковалева Катерина Александрівна, кандидат технічних наук, преподаватель, кафедра высшей математики и экономико-математических методов, Харьковский национальный экономический университет им. Семе́на Кузнеца, Украина, e-mail: katenokk84@mail.ru.

Ковальова Катерина Олександрівна, кандидат технічних наук, викладач, кафедра вищої математики і економіко-математичних методів, Харківський національний економічний університет ім. Семе́на Кузнеца, Україна.

Kovalova Kateryna, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine, e-mail: katenokk84@mail.ru

УДК 681.326

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.34490

Филиппенко И. В.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕСПРОВОДНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В статье предложены критерии оценки качества проектируемой беспроводной информационной системы с использованием широкополосной технологии. Предложена математическая модель проектирования беспроводной информационной системы, которая представлена рядом условий-ограничений. Предложенный метод позволяет решать задачу выбора оптимальной инфраструктуры беспроводной информационной системы с повышенными требованиями к структурной скрытности, конфиденциальности и достоверности информации.

Ключевые слова: математическая модель, критерии оценки эффективности проектируемой системы, векторная оптимизация.

1. Введение

При разработке систем беспроводной информационной системы идентификации для решения задач логистики возникает вопрос выбора параметров, таких как: дальность записи и считывания, заданная помехоустойчивость и скрытность системы. При заданных одинаковых начальных условиях проектируемой системы, может быть получено множество возможных вариантов проектируемой системы. Наиболее актуальными задачами, являются задачи обеспечения электромагнитной совместимости, помехоустойчивости, информационной скрытности и проблема коллизий.

В настоящее время проектирование таких систем осуществляется на основе эмпирического подхода, который является неэффективным, требующим значительных материальных и временных затрат. В свою очередь стремление к оптимальности принимаемых решений и минимизации затрачиваемых ресурсов приводят к необходимости создания гибких средств быстрого и эффективного проектирования систем.

Исходя из вышеизложенного, актуальной задачей является разработка метода, который позволит решать

задачу выбора оптимальной инфраструктуры беспроводной информационной системы с повышенными требованиями к структурной скрытности, конфиденциальности и достоверности информации.

2. Цель и задачи работы

Целью работы является разработка метода проектирования беспроводной информационной системы, которая представлена рядом условий-ограничений.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- провести анализ требований к техническим параметрам беспроводных информационных систем;
- обосновать критерии оценки эффективности проектируемой системы, использующей технологию кодового разделения каналов;
- разработать математическую модель проектирования беспроводной информационной системы.

3. Анализ литературных данных

Процесс разработки начинается с формулирования целей и задач, стоящих перед беспроводной

информационной системой. Задача выбора оптимальных проектных вариантов системы с позиции системного анализа есть типовой задачей области исследования операций и принятия решений, которая включает в себя построение математической модели системы и формализацию процесса принятия решений про оптимальные проекты, варианты и нахождения оптимальных решений на множестве допустимых проектных решений с использованием математических методов оптимизации.

Вопрос оптимизации и математического моделирования, который имеет важное значение для начальных этапов проектирования системы, рассматриваются во множестве источников [1–10]. Однако, в связи с непрерывной возрастающей сложностью современных технических систем требуется все большие затраты человеко-часов на разработку и проектирование [7, 8]. Кроме того, возрастает вероятность субъективной ошибки разработчика, что в конечном итоге приводит к значительному увеличению стоимости этапа разработки и соответственно разрабатываемой системы в целом, что приходит в противоречие требованиям, предъявляемым к продукции в современных достаточно сложных экономических условиях. Задачу можно решить созданием специализированных прикладных программ для автоматизации проектирования [6–8] на основе математической модели проектирования беспроводной системы, которая предлагается в данной статье.

4. Метод решения задачи многокритериальной оптимизации проектируемой информационной системы передачи информации

Согласно рассмотренному методу [1] решения задачи многокритериальной оптимизации для нахождения оптимального решения при проектировании беспроводной информационной системы идентификации необходимо выбрать частные критерии оценки эффективности проектируемой системы. При решении могут быть использованы различные наборы критериев.

Исходя из поставленной задачи, множество критериев можно разделить на две группы: технические критерии, отражающие параметрическую сторону проектируемой системы; экономические, которые характеризуют статьи сложности проектирования, расходов при создании и обслуживании проектируемой системы.

Определим технические и экономические критерии оптимальности проектируемой системы.

Согласно условию поставленной задачи [1] самым значимым показателем качества проектируемой системы является применение сигналов с максимально возможной скрытой структурой. Структурная скрытность сигнала (обозначим как B_p) в таких системах определяется временем взлома $T_{\text{взлома}}$, т. е. временем необходимым для анализа равновероятных конкурирующих ключей, которые криптоаналитик противной стороны должен перепробовать при попытке подобрать нужный ключ. Количество возможных ключей в системе 2^{FT} чипов. Эта величина определяет общее число конкурирующих ключей (кодов ПСП). Следовательно, критерий P_1 , зависящий от частотно-временного произведения, т. е. базы сигнала, должен быть максимально возможным.

При проектировании системы соотношение частотно-временного произведения задается вектором $B_p = \{B_{pi}\}$,

$i = 1, n$, где n — число допустимых вариантов. Это критерий на максимум, который измеряется по количественной шкале $[B_{p_{\text{нл}}}; B_{p_{\text{нх}}}]$, поэтому требует нормирования:

$$p(B_p(x)) = \frac{B_{pi}(x) - B_{p_{\text{нх}}}}{B_{\text{нл}} - B_{p_{\text{нх}}}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где $B_{p_{\text{нл}}}$ — максимально возможное значение базы сигнала при заданных начальных условиях; $B_{p_{\text{нх}}}$ — минимально возможное значение базы сигнала при заданных начальных условиях.

Помехозащищенность проектируемой информационной системы также является значимым показателем качества. Помехозащищенность включает в себя такие показатели, как скрытность и помехоустойчивость системы. Наивысшая степень скрытности обеспечивается, если сканирующий приемник-анализатор не может обнаружить даже факта излучения радиосигнала. Такая скрытность может быть достигнута, если выполняется условие:

$$N_{0c} \leq \varepsilon N_{\text{ош}}, \quad (2)$$

где ε — достаточно малая величина (например, 10^{-2}); $N_{\text{ош}}$ — спектральная плотность внутреннего шума сканирующего приемника-анализатора, приведенного к выходу антенной системы этого устройства; N_{0c} — спектральная плотность шумоподобного сигнала на выходе упомянутой антенной системы.

Очевидно, что:

$$N_{0c} = P_c / F_c, \quad (3)$$

где F_c — ширина спектра шумоподобного сигнала; P_c — его средняя мощность.

Из (2) и (3) следует, что для абсолютной скрытности требуется уменьшать среднюю мощность сигнала P_c . Однако последнее может обеспечиваться рядом мер, включающих уменьшение излучаемой мощности рабочего сигнала, однако это требует повышения чувствительности радиоприемного устройства защищаемой системы. Это в свою очередь не всегда возможно.

Из (3) следует, что чем больше ширина спектра сигнала F_c при данной средней мощности P_c , тем выше скрытность системы. Однако это не всегда так. Если значение P_c сравнительно невелико, то расширение полосы от некоторого значения F_{c1} может привести к тому, что скрытность приблизится к абсолютной, т. е. действительно повысится.

Однако, в другом случае, когда мощность P_c велика, условие (3) будет далеко от выполнения даже при увеличении ширины спектра от F_{c1} до некоторого значения F_{c2} и факт наличия излучения передатчика метки вполне может быть обнаружен. В то же время увеличение ширины спектра излучаемого сигнала может ускорить обнаружение излучения перехватчиком. Поэтому при большом значении мощности P_c увеличение ширины спектра F_c может привести не к улучшению, а к ухудшению скрытности.

Таким образом, увеличение ширины спектра сигнала, т. е. полосы пропускания, является критерием на минимум, который измеряется по количественной шкале в интервале $[F_{\text{мин}}; F_{\text{макс}}]$:

$$p(F(x)) = \frac{F_i(x) - F_{\max}}{F_{\min} - F_{\max}} \rightarrow \min, \quad (4)$$

где F_{\min} — минимально возможное значение ширины спектра сигнала, занимаемое в эфире; F_{\max} — максимально возможное значение ширины спектра сигнала, занимаемое в эфире.

Скорость передачи информации должна быть максимальной, так как чем меньше время передачи сигнала в эфире, тем труднее его обнаружение. Следовательно, время передачи информационного сигнала, величина обратно пропорциональная скорости передачи информации R , является критерием на минимум, который измеряется по количественной шкале в интервале $[T_{\text{счит нх}}; T_{\text{счит нл}}]$:

$$p(T_{\text{счит}}(x)) = \frac{T_{i \text{ счит}}(x) - T_{\text{счит нх}}}{T_{\text{счит нл}} - T_{\text{счит нх}}} \rightarrow \min, \quad (5)$$

где $T_{\text{счит нх}}$ — максимально возможное значение времени считывания информационного бита при заданных начальных условиях; $T_{\text{счит нл}}$ — минимально возможное значение времени считывания информационного бита при заданных начальных условиях.

Рассмотрим теперь такой показатель системы, как ее сложность разработки и стоимость C . Очевидно, практически всегда можно утверждать, что при прочих равных условиях, чем меньше этот показатель, тем лучше система. Поэтому стоимость C всегда может считаться показателем качества системы.

Стоимость и сложность проектируемой системы радиочастотной идентификации является критерием на минимум, который измеряется по количественной шкале в интервале $[C_{\text{нх}}; C_{\text{нл}}]$:

$$p(C(x)) = \frac{C_i(x) - C_{\text{нх}}}{C_{\text{нл}} - C_{\text{нх}}} \rightarrow \min, \quad (6)$$

где $C_{\text{нх}}$ — максимальная стоимость и сложность проектируемой системы; $C_{\text{нл}}$ — минимальная стоимость и сложность проектируемой системы.

Теперь обобщенная задача нахождения оптимального проектного решения системы радиочастотной идентификации в рамках предложенной математической модели приобретает следующий вид: пусть $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ — множество проектных решений, которое удовлетворяет множеству допустимых значений D_x вектора варьируемых параметров X . Множество допустимых значений D_x , представлено в виде:

$$\begin{aligned} X = \{x \in X \mid & P_c(x) < P_c^*; \quad r_{\text{сист}}(x) \leq r^*; \quad \rho^2(x) \leq \rho_{\text{max}}^2; \\ & L(x) \leq L_{\text{max}}; \quad n_{\text{max}} \leq \left[B(x) \cdot (1/h^2(x) - 1/h_0^2) \right] + 1; \\ & P_{\text{ош}} \leq 0,5 \exp(-0,5h^2(x)) \}, \end{aligned}$$

где $P_c(x)$, P_c^* — расчетная и максимально возможная мощности сигнала соответственно; $r_{\text{сист}}(x)$, r^* — расчетный и максимально возможный радиусы действия системы; $\rho^2(x)$ — уровень взаимных помех в проектируемой системе; ρ_{max}^2 — максимально возможное соотношение сигнал/шум в системе; n_{max} — максимально

возможное количество меток в зоне работы ридера; $h^2(x)$ — соотношение сигнал/шум для заданной вероятности ошибки $P_{\text{ош}}$; $B(x)$ — база сигнала; h_0^2 — минимально допустимое значение отношения сигнал/шум, при котором обеспечивается требуемое качество приема информации; $L(x)$, L_{max} — необходимое (искомое) и максимально возможное количество кодовых последовательностей с заданными корреляционными свойствами длины $N_{\text{ПСР}}$ соответственно; $P_{\text{ош}}$ — вероятность случайной ошибки. На этапе решения задачи нахождения эффективного решения формируется множество проектных решений на множестве допустимых значений D_x вектора варьируемых параметров X .

Задачу нахождения эффективного варианта проектного решения по обобщенному критерию эффективности можно записать в виде:

$$P(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i p_i(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad x^0 = \arg \min_{x \in X} \sum_{i=1}^n \alpha_i p_i(x),$$

$$\text{при условии } \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad (7)$$

где n — количество частных критериев, которые характеризуют проектное решение; α_i — весовые коэффициенты относительной важности i -х частных критериев, которые устанавливаются экспертным путем; $p_i(x)$ — нормализованные значения i -го частного критерия; X — множество допустимых значений (проектных решений).

Процесс решения задачи нахождения оптимального варианта беспроводной информационной системы идентификации при заданных начальных параметрах и ограничениях включает следующие этапы: задание технического задания на проектирование системы; получение множества допустимых вариантов с учетом ограничений на структуру и параметры проектируемой информационной системы, а также ограничений на значение показателей качества; выбор подмножества Парето-оптимальных вариантов системы идентификации с использованием обобщенного критерия эффективности; сужение множества Парето-оптимальных вариантов беспроводной системы идентификации; выбор единственного эффективного варианта проектируемой информационной системы радиочастотной идентификации из подмножества Парето.

Рассмотренный метод получения оптимального решения может быть использован для создания системы автоматизированного проектирования разрабатываемой беспроводной информационной системы с использованием широкополосной технологии.

5. Выводы

На основании проведенного анализа требований к техническим параметрам и ограничениям предложены и обоснованы критерии оценки качества и ограничения проектируемой беспроводной информационной системы с использованием широкополосной технологии. На основании функционально-стоимостного анализа, множество критериев, описывающих решение, разделено на два подмножества: технические критерии, отражающие параметрическую сторону проектируемой системы; экономические, которые характеризуют статьи расходов

при проектировании, при создании и обслуживании проектируемой системы. Предложена математическая модель проектирования беспроводной информационной системы, которая представлена рядом условий-ограничений. С помощью предложенного метода получения оптимального решения можно решать задачу выбора оптимальной инфраструктуры беспроводной информационной системы с кодовым разделением каналов при проектировании систем с повышенными требованиями к структурной скрытности, конфиденциальности и достоверности информации.

Литература

1. Филиппенко, И. В. Методология многокритериальной оптимизации при проектировании информационных систем радиочастотной идентификации [Текст] / И. В. Филиппенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — № 1/3(49). — С. 26–29. — Режим доступа: \www/URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/1894/1789>
2. Ногин, В. Д. Использование набора количественной информации об относительной важности критериев в процессе принятия решений [Текст] / В. Д. Ногин, И. Г. Толстых // Журнал вычислительной математики и математической физики. — 2000. — Т. 40, № 11. — С. 1593–1601.
3. Ногин, В. Д. Линейная свертка с точки зрения теории относительной важности критериев [Текст]: тезисы докл. / В. Д. Ногин // Международная научно-практическая конференция «Системный анализ в проектировании и управлении». — СПб.: СПбГТУ, 1999. — С. 42–43.
4. Петров, Е. Г. Методы и засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах [Текст] / Е. Г. Петров, М. В. Новожилова, І. В. Гребеннік. — Київ: Техніка, 2004. — 256 с.
5. Батищев, Д. И. Многокритериальный выбор с учетом индивидуальных предпочтений [Текст] / Д. И. Батищев, Д. Е. Шапошников. — Нижний Новгород: ИПФ РАН, 1994. — 92 с.
6. Захарченко, М. В. Автоматизация проектирования устройств, систем та мереж зв'язку [Текст] / М. В. Захарченко, В. К. Стеклов, Н. О. Князева та ін. — К.: Радіоаматор, 1996. — 268 с.
7. Стеклов, В. К. Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку [Текст] / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман. — К.: Техніка, 2004. — С. 576.
8. Гвоздева, В. А. Основы построения автоматизированных информационных систем [Текст] / В. А. Гвоздева, И. Ю. Лаврентьева. — М.: ИД «ФОРУМ», ИНФРА-М, 2007. — 320 с.
9. Dinan, E. H. Spreading codes for direct sequence CDMA and wideband CDMA cellular networks [Text] / E. H. Dinan, B. Jabbari // IEEE Communications Magazine. — 1998. — Vol. 36, № 9. — P. 48–54. doi:10.1109/35.714616
10. Feng Zhou. Optimize the power consumption of passive electronic tags for anti-collision schemes [Text] / Feng Zhou, Dawei Jin, Chenling Huang, Min Hao // Proceedings of the 5th International Conference on ASIC (IEEE Cat No 03TH8690) ICASIC-03. — 2003. — Vol. 2. — P. 1213–1217. doi:10.1109/icasic.2003.1277432

ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БЕЗДРОТОВОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

У статті запропоновано критерії оцінки якості проектованої бездротової інформаційної системи з використанням широко-смугової технології. Запропоновано математичну модель проектування бездротової інформаційної системи, яка представлена рядом умов-обмежень. Запропонований метод дозволяє вирішувати задачу вибору оптимальної інфраструктури бездротової інформаційної системи з підвищеними вимогами до структурної скритності, конфіденційності та достовірності інформації.

Ключові слова: математична модель, критерії оцінки ефективності проектованої системи, векторна оптимізація.

Філіппенко Інна Вікторівна, кандидат технічних наук, кафедра автоматизації та проектування вычислительной техники, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина, e-mail: filippenko@kture.kharkov.ua

Філіппенко Інна Вікторівна, кандидат технічних наук, кафедра автоматизації та проектування обчислювальної техніки, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Filippenko Inna, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: filippenko@kture.kharkov.ua

УДК 681.32:007

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.34528

Веревкин Л. Л.

РАЗРАБОТКА МИКРОКОНТРОЛЕРНОГО АНАЛИЗАТОРА РЕТИНАЛЬНОЙ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

В статье описывается аппаратно-программное взаимодействие узлов устройства для диагностики ретиальной остроты зрения. Повышение точности результатов диагностики требует расширения набора измеряемых параметров, совершенствования решений схемотехники используемого оборудования, разработки аналитических информационно программных приложений. Актуальным является автоматизация метода электроретинографии и обмен данными при выполнении задач диагностики и постановки диагноза.

Ключевые слова: сетчатка, зрение, световой стимул, датчик, информация, интерфейс, клавиатура, дисплей, программа.

1. Введение

Электрофизиологические исследования в офтальмологии — комплекс высокоинформативных методов исследования функций сетчатки, зрительного нерва и зрительных областей коры головного мозга [1]. Ме-

тоды основаны на регистрации электрического ответа на специфический световой стимул. Зрительные вызванные потенциалы представляют собой суммарный ответ больших популяций нейронов коры на приход синхронного потока импульсов, возникающих под действием афферентного раздражения. Зрительные вызван-