

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
ТЕОРИЯ, ИНСТРУМЕНТЫ, ПРАКТИКА**

Материалы VIII Международной
интернет-конференции молодых ученых,
аспирантов, студентов
(01 ноября – 31 декабря 2016 г.)

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2017

Представлены работы молодых ученых, аспирантов, а также лучшие работы студентов.

Конференция посвящена вопросам системных исследований и моделирования, информационно-измерительных и управляющих систем, систем телекоммуникации и связи, энергетики и энергоресурсосбережения, информационных технологий и средств автоматизации, аппаратно-программного обеспечения информационно-управляющих систем.

Публикуемые результаты исследований могут быть интересны молодым исследователям, преподавателям и специалистам, интересующимся теоретическими и прикладными разработками в данной предметной области.

Редакционная коллегия:

А.М. Костыгов, доцент, канд. техн. наук;

Б.В. Кавалеров, доцент, д-р техн. наук;

А.В. Кычкин, доцент, канд. техн. наук (отв. редактор);

А.Б. Петроченков, доцент, канд. техн. наук;

Н.М. Труфанова, профессор, д-р техн. наук;

Р.А. Файзрахманов, профессор, д-р экон. наук;

А.Г. Щербинин, профессор, д-р техн. наук;

А.А. Южаков, профессор, д-р техн. наук

Рецензент

Заслуженный деятель науки РФ, Засуженный машиностроитель Республики Башкортостан, д-р техн. наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления Уфимского государственного авиационного технического университета *Г.Г. Куликов*

Секция 1

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

ЛОКАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РОБОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИВОЙ БЕЗЬЕ

Магистрант Е.В. Пирожкова

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Рассматривается метод построения локальной траектории движения для роботизированного комплекса с использованием кривой Безье, аппроксимации полиномом Лагранжа и выборки оптимальной траектории путём взятия двойного интеграла по поверхности движения роботизированного комплекса. Были выведены математические формулы построения и выборки оптимальных траекторий. Актуальность настоящего исследования определяется высокой востребованностью робототехнических платформ в промышленности, быту, а также в приложениях оборонного характера и при устранении чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: многофункциональный роботизированный комплекс; оптимальная траектория; кривая Безье; построение локальной траектории движения.

LOCAL PLANNING A TRAJECTORY OF MOVEMENT ROBOT WITH BEZIER CURVES

Master Student E.V. Pyrozhkova

Perm National Research Polytechnic University

In this article describes a method for constructing a local trajectory for robotic systems using Bezier curve, a polynomial approximation of Lagrange and selection of the optimal trajectory by taking a double integral over the surface of the complex robotic movements. Constructing mathematical formulas and sampling optimal trajectories were withdrawn. The mathematical conditions were derived for constructing path. The relevance of this research is determined by the high demand of robotic platforms in the industry, the home, as well as defense-related applications and elimination of emergency situations.

Keywords: multifunctional robotic complex; optimal trajectory; Bezier curve; the construction of a local trajectory.

Разрабатываемый многофункциональный роботизированный комплекс (далее – МРК) предназначен для эксплуатации в экстремальных условиях внешней среды, в том числе потенциально опасных для человека. Комплекс предназначен для исследования местности и «подсветки» объектов местности лазерным или иным источником света.

Функционирование МРК происходит на пересеченной местности и заключается в решении поставленных перед ним оператором задач. Задачи МРК представляют собой последовательность точек, которые нужно поочередно посетить с заданной точностью, обеспечив при этом выполнение заданных ограничений на внутренние параметры комплекса и на характеристики движения. Планируемая траектория, в соответствии с которой производится передвижение между указанными в задаче точками, должна быть оптимальной в смысле критерия, заданного оператором МРК. В качестве такого критерия может использоваться либо ожидаемое пройденное аппаратом во время миссии расстояние, либо ожидаемое затраченное время на выполнение миссии.

Местность характеризуется наличием участков различного типа поверхности, разным наклоном относительно горизонтальной плоскости, наличием статических и динамических объектов [4]. Информация о типе, наклоне поверхности и расположении статических объектов известна априори, но может не соответствовать действительности. Распознавание статических и динамических объектов производится во время работы подсистемой технического зрения МРК, после чего результаты распознавания передаются в программу. Процесс планирования траектории должен учитывать наличие объектов и обеспечивать предотвращение столкновения платформы с ними.

Формализацией понятия типа местности в работе является ее непроходимость. Непроходимость должна быть задана для каждой точки поверхности и является интегральным параметром, отражающим характер взаимодействия МРК с местностью на ней. Через непроходимость в систему могут быть переданы сведения о пригодности различных точек поверхности для передвижения платформы. Данный параметр может принимать значения из полуинтервала $P = [0; \infty)$, причем предполагается, что меньшим значениям параметра соответствуют более пригодные для передвижения точки.

Пусть в начальный момент времени МРК находится в области A , тогда задача оптимизации будет поставлена следующим образом: найти такую кривую ab (рисунок), криволинейный интеграл вероятности наличия препятствия по которой будет минимальный. Граничные условия: радиус циркуляции МРК не менее R_{\min} ; максимально допустимая вероятность препятствия P_{\max} ; координаты конца отрезка должны принадлежать шестиугольнику B . На этапе локального планирования использовать допущения, применимые при глобальном

планировании, уже нельзя. Так, необходимо учитывать геометрические размеры МРК, различные траектории всех колёс МРК и т.д.

Интеграл необходимо брать не только по кривой, но и по некоторой ширине, соответствующей ширине платформы. На рисунке данная область является областью L .

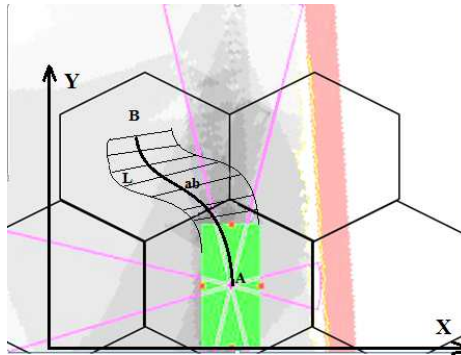


Рис. Схема движения МРК по плоскости

В результате выполнения работы должен быть определен алгоритм построения локальной траектории движения МРК текущего положения на местности (исходного полигона) до пункта назначения на местности (конечного полигона) [4]. Такой путь может рассматриваться как закон изменения положения платформы на местности [1].

Для того чтобы иметь возможность использовать спланированный путь, он должен, во-первых, содержать лишь допустимые положения платформы, т.е. такие положения, в которых возможно нахождение аппарата (например, недопустимым является путь, проходящий через отвесный склон), а, во-вторых, смена этих положений на протяжении всего пути должна иметь форму кривой Безье с учетом радиуса циркуляции МРК, в противном случае путь может оказаться непроходимым для аппарата.

Задача планирования пути мобильного робота – задача поиска траектории передвижения робота, проходящей через заданную последовательность точек, характеризующих положение аппарата [6].

На искомую траекторию могут быть наложены дополнительные ограничения, вызванные физическим смыслом переменных, используемых для определения пространства конфигураций, или иными причинами. Например, положение аппарата в пространстве не может

изменяться скачкообразно, поэтому компоненты точек траектории, задающие положение, должны изменяться непрерывно вдоль всего пути [2]. Поскольку стоит задача определения оптимального пути, необходимо определить метод оптимизации. Поиск минимума или максимума является задачей нахождения глобального экстремума функции. Таким образом, нахождение минимума/максимума находится с учетом значения одной переменной. В нашем случае будет минимизироваться значение переменной, в которой будет накапливаться интеграл поверхности движения МРК с вероятностями встретить препятствие.

Поскольку карта приходит в формате матрицы, а траектория может проходить через точки, которые не заданы в полученной карте, необходимо каким-либо образом определить поверхность, в которой в каждой точке будет находиться значение. Поэтому определение функции поверхности будет осуществлено с помощью аппроксимации полиномом Лагранжа. Интерполяционный полином Лагранжа – многочлен минимальной степени, принимающий данные значения в данном наборе точек. Для $n + 1$ пар чисел $(x_0, y_0), (x_1, y_1) \dots (x_n, y_n)$, где все x_j различны, существует единственный многочлен $L(x)$ степени не более n , для которого $L(x_j) = y_j$.

Интерполяционный полином Лагранжа имеет вид

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i l_i(x),$$

где $l_i(x)$ – базисные полиномы, определяющиеся по формуле

$$l_i(x) = \prod_{j=0, j \neq i}^n \frac{(x - x_j)}{(x_i - x_j)} = \frac{(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{i-1})(x - x_{i+1}) \dots (x - x_n)}{(x_i - x_0)(x_i - x_1) \dots (x_i - x_{i-1})(x_i - x_{i+1}) \dots (x_i - x_n)},$$

$l_i(x)$ обладают следующими свойствами: являются многочленами степени n ; $l_i(x_i) = 1$; $l_i(x_j) = 0$ при $j \neq i$.

Отсюда следует, что $L(x)$ как линейная комбинация $l_i(x)$ может иметь степень не больше n , и $L(x_i) = y_i$.

Оценку погрешности определяют по формуле

$$|f(x) - L_n(x)| \leq |L_{n+1}(x) - L_n(x)|.$$

1. Формула Лагранжа может быть использована для произвольно заданных узлов интерполяции.

2. Добавление к уже взятым узлам интерполяции хотя бы одного нового влечет за собой не только добавление нового базисного полинома, но и необходимость пересчета уже посчитанных базисных полиномов [5]. Поскольку у МРК имеется множество радиусов циркуляции,

обозначим как R_c , определение допустимых траекторий может определяться методом перебора, так как число R_c не является очень большим. Мощность множества = 41. Значения варьируются от -20 до $+20$.

Минимальный радиус кривизны равен 3 м. При построении кривой необходимо учитывать условие минимального радиуса кривизны, поскольку кривая может иметь радиус менее возможного радиуса поворота, и реальная траектория будет отличаться от заданной траектории. Необходимо помнить, что число траекторий, ведущих в конечную точку или допустимую область, которая задается некоторым числом, ограничено. Поэтому условно разделенное значение R_c еще сократится. Именно поэтому метод перебора будет эффективен и прост в реализации.

Создание траектории – кривой Безье – осуществляется путем построения кривой по начальной и конечной точке, а также двум векторам направления движения МРК. Формула данной кривой получается следующая:

$$E = (1-t)^3 E_1 + 3(1-t)^2 t E_2 + 3(1-t) t^2 E_3 + t^3 E_4.$$

Вместо E_i нужно подставить координаты i -й опорной точки (x_i, y_i) . Эти уравнения векторные, т.е. для каждой из координат:

$$x = (1-t)^3 x_1 + 3(1-t)^2 t x_2 + 3(1-t) t^2 x_3 + t^2 x_4,$$

$$y = (1-t)^3 y_1 + 3(1-t)^2 t y_2 + 3(1-t) t^2 y_3 + t^2 y_4.$$

Вместо $x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3, x_4, y_4$ подставляются координаты трёх опорных точек, и в то время, как пробегает множество от 0 до 1, соответствующие значения (x, y) как раз и образуют кривую. Точки E_1 и E_4 – опорные точки, точки E_2 и E_3 – управляющие точки [3].

Также следует отметить, что направление вектора движения в конечной точке определяется из глобального планирования, поэтому построение вектора в данной подзадаче не рассматривается. Траекторию движения необходимо описывать криволинейным интегралом по поверхности. Как было определено ранее, поверхность описывается полиномом Лагранжа. Функция поверхности $P^p(x, y) = p$, где p – вероятность встретить препятствие в координатах x, y .

Интеграл по полиному находится по формуле

$$p(l) = \int_l \int_{-\frac{w}{2}}^{+\frac{w}{2}} P(x, y) dl dw,$$

где l – кривая Безье.

Для того чтобы определить наиболее оптимальный путь, необходимо выполнить следующее:

- 1) определить точки начала и конца траектории;
- 2) определить дискретность угла поворота колёс;
- 3) построить допустимые траектории движения в виде кривых Безье;
- 4) взять криволинейный интеграл по каждой из траекторий, где подынтегральным выражением будет выступать вероятность встретить препятствие;
- 5) с учетом ширины платформы проинтегрировать соответствующую прилегающую поверхность L ;
- 6) полученное значение сравнить с максимально допустимым, в случае превышения этого значения сообщить о том, что локальный путь не может быть построен;
- 7) если на области L имеется точка, которая резко превышает среднее значение точек, то необходимо сообщить об ошибке и выбрать другой глобальный маршрут.

В результате была составлена модель построения и выборки оптимального пути МРК на основании данных стереотехнического зрения, дальномеров и математических обработок.

Библиографический список

1. DARPA official materials [Электронный ресурс] // Defense Advanced Research Projects Agency. – URL: <http://www.darpa.mil> (дата обращения: 03.09.2016).
2. Воробьев В.В. Алгоритм поиска и планирования пути для задач групповой робототехники [Электронный ресурс]. – URL: <http://publications.hse.ru/chapters/105673333> (дата обращения: 16.09.2016).
3. Кривые // Компьютерные голографические измерительные системы [Электронный ресурс]. – URL: <http://optic.cs.nstu.ru/files/CompGraph/Кривые.pdf> (дата обращения: 22.09.2016).
4. Основы топографии (ориентирование на местности) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.raaar.ru/zeml/osn_top.html (дата обращения: 02.09.2016).
5. Полином Лагранжа [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1099921> (дата обращения: 20.09.2016).
6. Финн В.К. Искусственный интеллект: Идейная база и основной продукт // Труды 9-й национальной конф. по искусственному интеллекту. – М.: Физматлит, 2004. – Т. 1.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РОБОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИВОЙ БЕЗЬЕ

Магистрант Е.В. Пирожкова

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Рассматривается алгоритм построения локальной траектории движения для роботизированного комплекса с использованием кривой Безье, аппроксимации полиномом Лагранжа и выборки оптимальной траектории путём взятия двойного интеграла по поверхности движения роботизированного комплекса. Был составлен алгоритм общего построения и выборки траектории, более подробные алгоритмы взятия интеграла и построения траекторий движения. Актуальность настоящего исследования определяется высокой востребованностью робототехнических платформ в промышленности, быту, приложениях оборонного характера.

Ключевые слова: многофункциональный роботизированный комплекс; оптимальная траектория; кривая Безье; построение локальной траектории движения.

ALGORITHM FOR CONSTRUCTING A TRAJECTORY OF MOVEMENT ROBOT WITH BEZIER CURVES

Master Student E.V. Pyrozhkova

Perm National Research Polytechnic University

In this article describes an algorithm for constructing a local trajectory for robotic systems using Bezier curve, a polynomial approximation of Lagrange and selection of the optimal trajectory by taking a double integral over the surface of the complex robotic movements. It was the algorithm of the general construction and sample of the trajectory, as well as more detailed algorithms taking the integral and construction of trajectories. The relevance of this study is defined by high demand for robotic platforms in the industry, home, defense-related applications.

Keywords: multifunctional robotic complex; optimal trajectory; Bezier curve; the construction of a local trajectory.

Разрабатываемый многофункциональный роботизированный комплекс (далее – МРК) предназначен для эксплуатации в экстремальных условиях внешней среды, в том числе потенциально опасных для человека. Комплекс предназначен для исследования местности и «подсветки» объектов местности лазерным или иным источником света.

Функционирование МРК происходит на пересеченной местности и заключается в решении поставленных перед ним оператором задач.

Задачи МРК представляют собой последовательность точек, которые нужно поочередно посетить с заданной точностью, обеспечив при этом выполнение заданных ограничений на внутренние параметры комплекса и на характеристики движения. Планируемая траектория, в соответствии с которой производится передвижение между указанными в задаче точками, должна быть оптимальной в смысле критерия, заданного оператором МРК. В качестве такого критерия может использоваться либо ожидаемое пройденное аппаратом во время миссии расстояние, либо ожидаемое затраченное время на выполнение миссии.

Местность характеризуется наличием участков различного типа поверхности, разным наклоном относительно горизонтальной плоскости, наличием статических и динамических объектов [2]. Информация о типе, наклоне поверхности и расположении статических объектов известна априори, но может не соответствовать действительности. Распознавание статических и динамических объектов производится во время работы подсистемой технического зрения МРК, после чего результаты распознавания передаются в программу. Процесс планирования траектории должен учитывать наличие объектов и обеспечивать предотвращения столкновения платформы с ними.

Пусть в начальный момент времени МРК находится в области A , тогда задача оптимизации будет поставлена следующим образом: найти такую кривую ab (рис. 1), криволинейный интеграл вероятности наличия препятствия по которой будет минимальным. Граничные условия: радиус циркуляции МРК не менее R_{\min} ; максимально допустимая вероятность препятствия P_{\max} ; координаты конца отрезка должны принадлежать шестиугольнику B . На этапе локального планирования использовать допущения, применимые при глобальном планировании, уже нельзя. Так, необходимо учитывать геометрические размеры МРК, различные траектории всех колёс МРК и т.д.

Интеграл необходимо брать не только по кривой, но и по некоторой ширине, соответствующей ширине платформы. На рис. 1 данная область является областью L .

В результате выполнения работы должен быть определен алгоритм построения локальной траектории движения МРК текущего положения на местности (исходного полигона) до пункта назначения на местности (конечного полигона) [2]. Такой путь может рассматриваться как закон изменения положения платформы на местности [1].

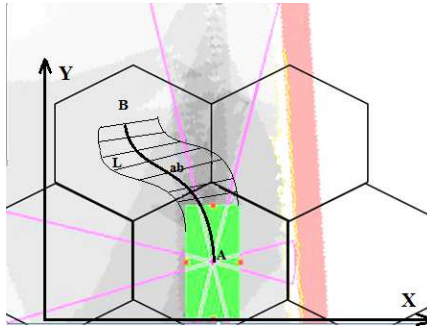


Рис. 1. Схема движения МРК по плоскости

В статье «Локальное планирование движения робота с использованием кривой Безье» были определены основные математические методы, с помощью которых будет производиться выборка оптимальной траектории. Данные, приходящие с дальномеров, имеют вид двумерного массива или матрицы вероятностей. Каждый элемент матрицы соответствует точке в координатном пространстве и отображает вероятность встретить препятствие в данной точке.

На рис. 2 представлена матрица вероятностей, наложенная на карту местности, где зеленым цветом (1) обозначена беспрепятственная для МРК поверхность (поверхность, препятствие на которой легко преодолевается роботизированным комплексом), жёлтым цветом (2) – поверхность, которая преодолевается роботом с трудом (например, высокий бордюр или валун), а красным цветом (3) обозначена поверхность, которую роботизированный комплекс не преодолеет (например, стол или дерево).

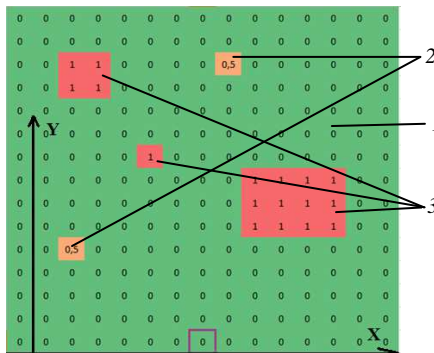


Рис. 2. Изображение карты вероятностей встречи препятствия

Общий алгоритм построения пути представлен на рис. 3.

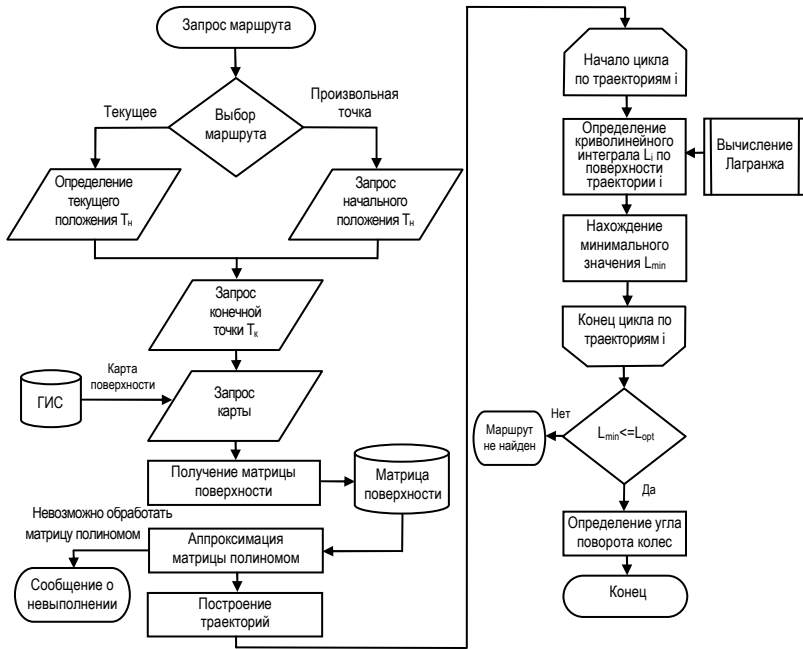


Рис. 3. Общий алгоритм построения пути

Более подробные алгоритмы нахождения интеграла и построения траекторий продемонстрированы на рис. 4 и 5.

Следует напомнить, что формула нахождения интеграла следующая:

$$p(l) = \int_l \int_{-\frac{w}{2}}^{+\frac{w}{2}} P(x, y) dldw,$$

где l – длина траектории, а w – ширина МРК.

Ввиду того, что габариты МРК не очень велики, цикл по ширине МРК может иметь всего 5 циклов, следовательно, будут взяты точки в центре МРК, по краям и точки между центром МРК и его краем. Цикл по точкам траектории так же был взят не очень большим, исходя из возможностей дальномеров и стереотехнического зрения, 10 точек по длине траектории могут быть вполне достаточными.

Построение кривой Безье осуществляется по формуле

$$E = (1-t)^3 E_1 + 3(1-t)^2 t E_2 + 3(1-t) t^2 E_3 + t^3 E_4.$$

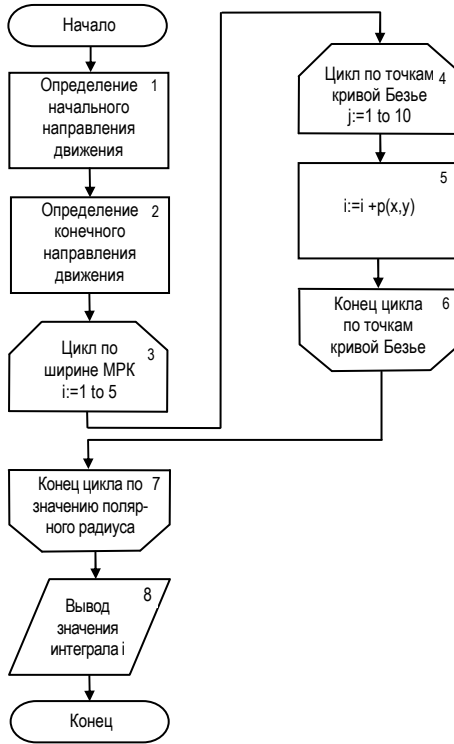


Рис. 4. Алгоритм нахождения двойного интеграла по поверхности

Вместо E_i нужно подставить координаты i -й опорной точки (x_i, y_i) . Эти уравнения векторные, т.е. для каждой из координат:

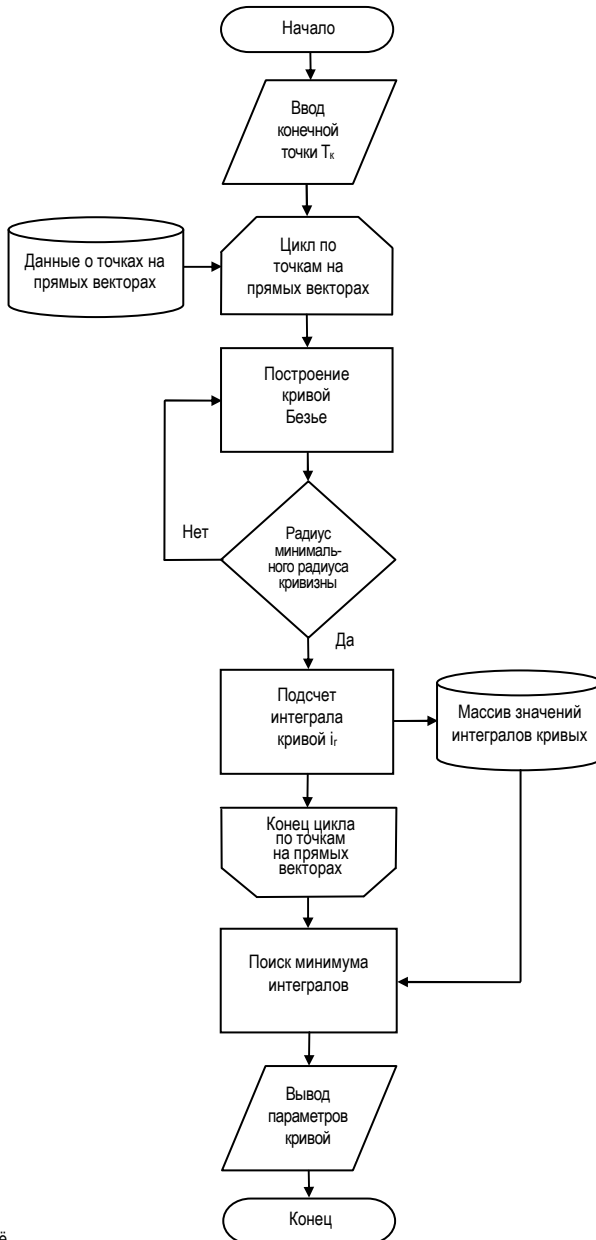
$$x = (1-t)^3 x_1 + 3(1-t)^2 t x_2 + 3(1-t) t^2 x_3 + t^3 x_4,$$

$$y = (1-t)^3 y_1 + 3(1-t)^2 t y_2 + 3(1-t) t^2 y_3 + t^3 y_4.$$

Следует отметить, что точки E_1 и E_4 – опорные точки, точки E_2 и E_3 – управляющие точки. Чтобы определить радиус поворота на данной кривой и сверить его с минимальным радиусом поворота колес, находим длины сторон треугольника по трём точкам, которые находятся на данной кривой:

$$a = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}, \quad b = \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2},$$

$$c = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2}.$$



ё

Рис. 5. Построение траектории

По формуле Герона находим площадь треугольника:

$$p = \frac{a+b+c}{2},$$

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}.$$

Вычисляем радиус по формуле описанной окружности:

$$R = \frac{a \cdot b \cdot c}{4S}.$$

Далее сравниваем полученный радиус с минимально возможным радиусом поворота. В случае, если радиус больше минимального, передаем данные этой кривой следующему вычисляемому модулю, иначе отбрасываем данную кривую и вычисляем следующую.

В результате, был составлен алгоритм построения и выборки оптимального пути МРК на основании данных стереотехнического зрения, дальномеров и математических обработок.

Библиографический список

1. DARPA official materials [Электронный ресурс] // Defense Advanced Research Projects Agency. – URL: <http://www.darpa.mil> (дата обращения: 03.09.2016).
2. Основы топографии (ориентирование на местности) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.raaar.ru/zeml/osn_top.html (дата обращения: 02.09.2016).

МНОГОПРОДУКТОВЫЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Магистрант Е.М. Бикметова

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Рассматриваются модели планирования производства, модели Штакельберга для координации производителя и нескольких поставщиков для получения оптимальной политики скидок при закупке сырья. Поиск компромиссного решения между получением максимума прибыли и при минимуме производственных издержек.

Ключевые слова: комплексное планирование производства; многоцелевая оптимизация; модели оптимизации; моделирование.

MULTIPRODUCT DETERMINATE MODELS OF PRODUCTION PLANNING

Master Student E.V. Bikmetova

Perm National Research Polytechnic University

The models of production planning, Stackelberg model for the coordination of the manufacturer and the number of suppliers to obtain optimal policy discounts when purchasing raw materials. Search for a compromise between getting maximum profit and minimum production costs.

Keywords: Integrated Production Planning; Multi-Objective Optimization; Optimization Model.

Введение. Рассматривая предприятие, можно заключить, что производственный процесс протекает в быстро меняющихся и неопределенных условиях. Неопределенности возникают в различных ситуациях – изменение цен на продукцию и сырье, требований заказчиков к продукции. При такой ситуации предполагается удовлетворять множество целей: решать проблему управления запасами, своевременных поставок сырья, производства достаточного количества продукции для потребителя.

Данный класс задач привлекает большое внимание научного общества, многие работы посвящены различным теоретическим и вычислительным исследованиям.

Чаще всего это поиск оптимального ряда действий для осуществления производственного процесса. Во многих случаях строится

детерминированная модель с фиксированными значениями параметров для достижения цели (максимизации прибыли, минимизации остатков готовой продукции). Данные решения чаще приводят к неточностям или грубым нарушениям, так как многие из входных параметров заданы нечетко. Сложность задачи в таком случае увеличивается в несколько раз.

В этом случае возникает вопрос о рассмотрении задачи с двух сторон: с точки зрения вместимости складов и с точки зрения нечетких задач оптимального планирования.

Целью данной работы является рассмотрение методик, применяющих подходы к планированию производства в различных условиях. В статье приводится обзор отечественных и зарубежных методик, посвященных данной проблеме, приводятся заключительные выводы.

Принятие решений в условиях неопределенности. Многие задачи в условиях неопределенности решаются одним из двух подходов: стохастического оптимального управления или многоэтапного стохастического программирования.

Неопределенность в поставках сырья. Чаще всего в задачах планирования производства рассматривается множество поставщиков для одного производителя. Исследование [1] основывается на анализе политики скидок, полученных от модели Штакельберга для координации производителя и нескольких поставщиков. Это актуально, так как производители хотят снижать затраты на хранение запасов сырья в связи с коротким жизненным циклом продукта.

С целью повышения эффективности поставок сырья производитель заключает контракты с поставщиками с целью сокращения расходов и увеличения индивидуальной прибыли. Модель Штакельберга в исследовании [1] применяется следующим образом: производитель – лидер, поставщики – последователи. Для получения равновесия поставщики пользуются функцией отклика: зависимость получения прибыли при большом количестве товара, при условии скидок. В конечном счете результирующая функция формулируется в виде смешанного целочисленного нелинейного программирования. Оптимальная скидка для производителя может быть получена из лучших функций отклика.

В статье [1] для примера рассматриваются электронные компоненты для обрабатывающей промышленности. Производитель закупает определенные типы компонентов для сборки готового продукта. Разно-

образе готовой продукции определяется на стадии рассмотрения производственных мощностей и при подборе соответствующих поставщиков. Поставщики определяют цены в зависимости от размера партии, пример представлен на рис. 1.

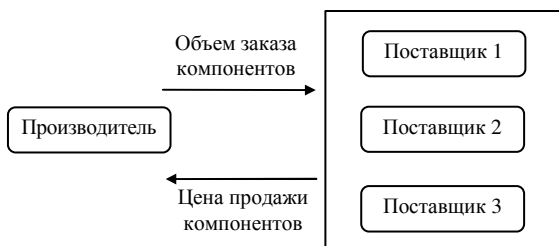


Рис. 1. Переговорный процесс

В конечном счете получаем модель, представляющую собой смешанную целочисленную задачу нелинейного программирования с интегральными условиями.

Для того чтобы более глубоко осветить различные аспекты, рассмотрим модель, включающую в себя не только рассмотрение неопределенности в поставках сырья, но и планирование потребности в ресурсах, материалах, производственных мощностях и т.д. в зависимости от целевой функции.

Моделирование оптимального планирования. Проблема, которая ставится в статье [2], заключается в следующем: все больше производственных предприятий используют систему ERP (Enterprise Resource Planning) для планирования и управления ресурсами одновременно, тем не менее, это довольно-таки сложно, используя данную систему, удовлетворять потребностей потребителей. Причина заключается в том, что в системе планирования ERP отсутствует механизм оптимизации. Предлагается решение проблемы: приводится интегрированная многоцелевая модель планирования производства, представленная на рис. 2.

Доставка по времени означает, что предприятие поставляет свою продукцию в требуемом количестве и качестве в срок. Однако предприятия не всегда могут избежать задержки из-за ограничений материальных ресурсов, ограничений оборудования и т.д. Цель предприятия – минимальная задержка в доставке.

Материальные запасы товара в данном случае являются необходимостью, так как возможны колебания спроса, вероятности нарушения установленного графика производства, различные расходы предприятия и т.д.

Затраты на переработку также учитываются в целевой функции, поскольку возможны случаи невыполнения заказов в срок.

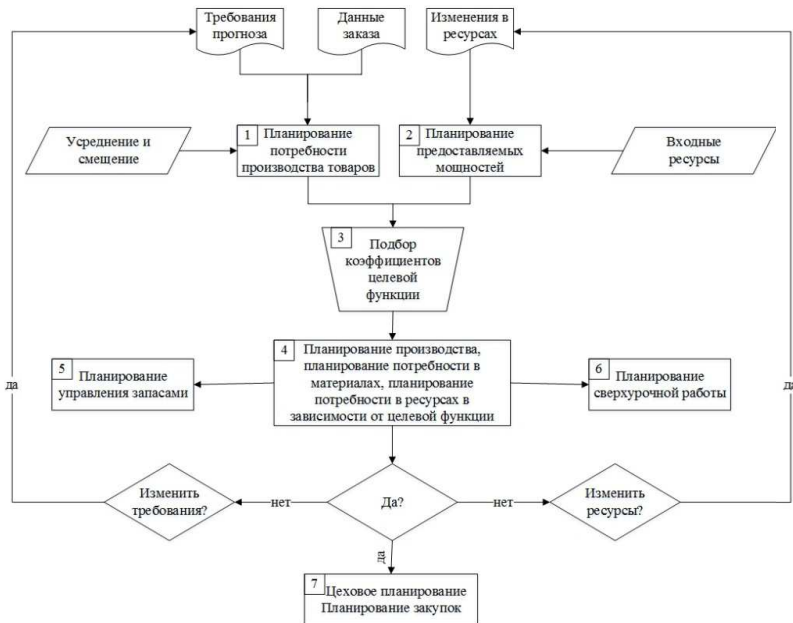


Рис. 2. Многоцелевая интегрированная модель планирования производства

Математическая модель и расчеты представлены в работе [2]. Проблемы планирования производства при множестве неизвестных параметров и меняющихся условиях находятся в центре внимания. Работы [3] и [4] также посвящены рассмотрению многоцелевых моделей планирования производства.

В работе [5] представлено построение модели планирования производства с 4 противоречащими целевыми функциями: минимизация издержек производства, удовлетворение запросов потребителей, минимизация скорости изменения рабочей силы, максимизация прибыли. В модели учитываются нечеткие входные параметры.

В работе [6] предлагаются модели и методы управления много-продуктовыми запасами в условиях постоянного спроса и рассматриваются принципы построения систем для управления такими запасами. При управлении запасами без дефицита продукции предложена идея производить закупку и доставку на склад продукции нескольких типов одновременно – так, чтобы к началу следующей поставки запасы продуктов стали равными нулю.

Помимо затрат на производство, являющихся целевой функцией в работе [2], для планирования производства необходимо учесть так же тот факт, что произведенная продукция будет поставляться потребителям. Поэтому следующая модель представляет собой поиск компромиссного решения между получением максимума прибыли и минимумом производственных издержек. Для построения целевой функции прибыли будем использовать работу [7].

Целевая функция:

$$\begin{aligned} \Pi = & \sum_{i=1}^N P_i^{\text{гот}} R_i^{\text{гот}} - \sum_{i=1}^N (C_i^{\text{мп}} + C_i^{\text{труд}}) X_i - \sum_{i=1}^N C_i^{\text{xp,гот}} Z_i^{\text{гот}} - \sum_{i=1}^N P_i^{\text{зак.с}} Y_i - \\ & - \sum_{i=1}^N C_i^{\text{xp,c}} Z_i^c - \sum_{i=1}^N (m_i c_i^m) \rightarrow \max. \end{aligned}$$

Ограничения для задачи должны выглядеть следующим образом: Объем произведенной продукции не может быть больше производственной мощности:

$$X_i \leq m_i, i = \overline{1, N}.$$

Реализованная продукция складывается из разности произведенной продукции, остатков продукции за прошлый период и остатков продукции на текущий период:

$$R_i = X_i + Z_{i-1}^{\text{гот}} - Z_i^{\text{гот}}, i = \overline{1, 3}.$$

Объем реализованной продукции должен быть не больше объема спроса:

$$R_i \leq D_i,$$

Остатки готовой продукции больше или равны нулю:

$$Z_i^{\text{гот}} \geq 0, i = \overline{1, N}.$$

Остатки сырья складываются из остатков сырья за прошлый период и объема поставок сырья.

$$Z_i^c = Z_{i-1}^c + Y_i.$$

Заключение. В статье построена математическая модель для получения максимума прибыли и минимума производственных издержек. Рассматриваются методики, применяющие подходы к планированию производства в различных условиях.

Библиографический список

1. Sisi Yin. Optimal quantity discount coordination for supply chain optimization with one manufacturer and multiple suppliers under demand uncertainty // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2015. – № 5–8. – P. 1173–1174.

2. Multi-objective integrated production planning model and simulation constrained doubly by resources and materials / C. Wang, Liu X.-B. Zhao, G.-Z. Chin K.O. // *International Journal of Simulation Modelling*. – 2014. – № 13. – P. 243.

3. Wang C., Liu X.-B. Integrated production planning and control: A multi-objective optimization model // *Journal of Industrial Engineering and Management*. – 2013. – Vol. 6. – № 4. – P. 815–830.

4. Smith N.R., Robles J.L., Cardenas-Barron L.E. Optimal pricing and production master planning in a multiperiod horizon considering capacity and inventory constraints // *Mathematical Problems in Engineering*. – Vol. 2009, Article ID 932676. – 15 pages. DOI: 10.1155/2009/932676

5. Comprehensive fuzzy multi-objective multi-product multi-site aggregate production planning decisions in a supply chain under uncertainty / Gholamian Navid, Mahdavi Iraj, Tavakkoli-Moghaddam Reza, Mahdavi-Amiri Nezam // *Applied Soft Computing* December. – 2015. – Vol. 37. – P. 585–607.

6. Калинин Н.М., Хоботов Е.Н. Модели управления многопродуктовыми запасами при постоянном спросе // *Автоматика и телемеханика*. – 2008. – № 9. – С. 156–169.

7. Скирюк О.С. Модели и инструментальные средства формирования планов производства и реализации продукции в условиях нечеткого описания факторов среды: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.13. – Пермь, 2013. – 121 с.

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Студент Н.А. Амилаханов

Воронежский институт высоких технологий

Д-р техн. наук, профессор А.Г. Юрочкин

Воронежский филиал Российской академии народного хозяйства
и государственной службы при Президенте Российской Федерации

В статье рассмотрены особенности построения системы электронного документооборота. Приведена схема структуры программы.

Ключевые слова: автоматизация; программа; документ.

THE CONSTRUCTION OF SYSTEM OF ELECTRONIC DOCUMENT CIRCULATION

Student N.A. Amilahanov

Voronezh institute of high technologies

Doctor of Technical Sciences, Professor A.G. Yurochkin

Voronezh Branch of the Russian Academy of National Economy
and Public Administration under the President of the Russian Federation

In this paper the features of system of electronic documents are considered. The structure of the program is given.

Keywords: automation; program; document.

В результате того, что были созданы глобальные компьютерные сети, мы видим переворот в областях, связанных с передачей и распространением информации [1, 2]. С применением средств удаленного доступа проводятся торги, участники которых совершают сделки, не уходя из офиса. Поручения, связанные с переводом денег, можно передавать в банк, как компьютерные данные, за несколько секунд. Чтобы заключить договор в письменной форме, уже необязательно писать его на бумаге и делать заверение подписи и печати, – можно заверить компьютерные файлы с текстами договора электронными цифровыми подписями и направить их по телекоммуникационным каналам партнерам [3, 4].

Осуществление компьютеризации информационной деятельности помогло людям заметно ускорить процессы, связанные с обработкой, поиском, передачей информации, увеличить надежность

хранения больших ее массивов и в результате преодолеть так называемый «второй информационный барьер» [5, 6].

Целью работы является разработка системы электронного документооборота с поддержкой сетевых возможностей.

Для разработки системы электронного документооборота «Документы и бланки» была выбрана среда разработки Clickteam Fusion 2.5 по следующим причинам:

- широкие возможности по разработке десктопных приложений;
- возможность быстрой разработки за счет режима «конструктор»;
- хорошая оптимизация скомпилированных приложений.

Эта среда разработки позволяет разрабатывать различные графические приложения и приложения с GUI-интерфейсом, обладает широкими настройками и поддержкой Windows 10.

Возможность быстрой разработки позволяет сэкономить время, потраченное на разработку исполнителями, что в итоге ведет к низкой стоимости разработки и, как следствие, получается конкурентоспособная цена реализации [7, 8].

Оптимизация является важной для всех приложений без исключения. Встроенные в среду разработки методы оптимизации работы скомпилированных средой исполняемых файлов дают возможности в будущем уменьшить расходы на доработку приложения.

В базе данных можно отметить такие таблицы: дата поступления; входящая документация; отписано; отдел; сотрудники; отчеты; документы; архив авансовых отчетов; архив актов выполненных работ; архив доверенностей; архив договоров; архив заявок на кассовый расход; архив заявок на получение наличных денег; архив накладных; архив платежных поручений; архив приходных ордеров; архив расходных ордеров; архив счетов; архив счетов-фактур; архив товарных чеков.

Упрощенная схема структуры программы дана на рис. 1. Меню программы создано таким образом, чтобы пользователю было удобно работать с ним постоянно, – все необходимые окна вынесены в отдельные пункты меню.

Системные требования программы подготовки и хранения документов «Документы и бланки» следующие: операционная система семейства Windows (не ниже 7); процессор частотой не менее 1,6 ГГц; оперативная память не менее 1024 Мб; объем видеопамати не менее 512 Мб; разрешение экрана не менее 1024×768; клавиатура; мышь; сетевая карта.



Рис. 1. Схема структуры программы

Документы и бланки

Входящая документация Отчеты Документы Параметры О программе

Документы и бланки

Отделы организации

Отдел:

Начальник отдела:

Внутренний номер: Телефон:

Сотрудники:

ФИО	Должность	Телефон	Адрес
Новокошнова Татьяна Борисовна	Главный бухгалтер	8906555222	ул. Краснознаменная, д. 10, кв. 5
Митина Елена Митрофановна	Бухгалтер	8903223465	ул. 45 стр. див., д. 67

Рис. 2. Окно «Отделы организации»

Вся документация разрабатываемой системы хранится в зашифрованных файлах. Каждый документ, отчет и другие данные индексируются для обеспечения быстродействия базы данных при больших объемах информации. На рис. 2 представлено окно, в котором пользователь может изменить информацию об отделах организации, для которой ведется документооборот. В окне есть поля описания отдела и его структуры, а также предусмотрен список сотрудников, приписанных к этому отделу. Соответствующими кнопками можно добавлять, редактировать и удалять записи о сотрудниках. На рис. 3 дано окно, которое требуется заполнить в соответствии с занимаемыми должностями.

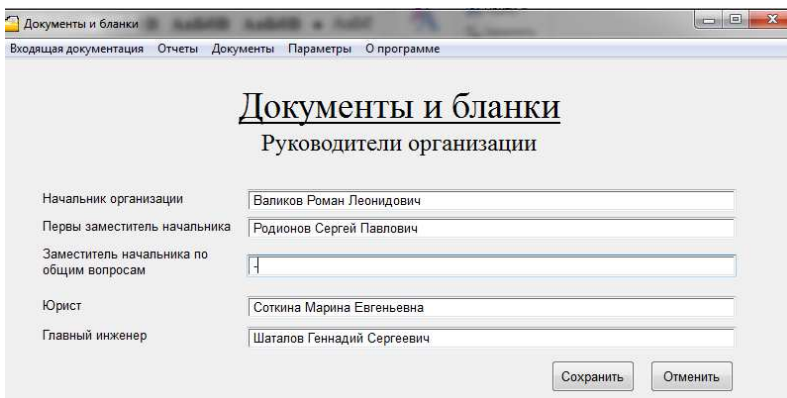


Рис. 3. Окно «Руководители организации»

Пролистывать входящую документацию можно кнопками «←» и «→». Кнопки «Сохранить» и «Удалить» производят соответствующие своему названию действия: сохраняют внесенные пользователем изменения в документе или удаляют его.

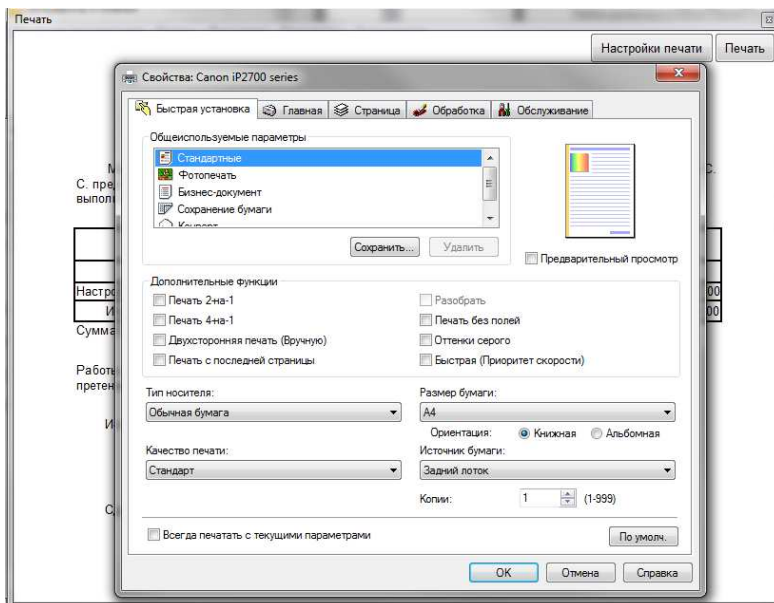


Рис. 4. Параметры печати

Для внесения документов в электронный вид используется группа пунктов меню «Документы». Она включает в себя бланки следующих документов: авансовый отчет; акт выполненных работ; доверенность; договор; заявка на кассовый расход; заявка на получение наличных денег; накладная; платежное поручение; приходный ордер; расходный ордер; счет; счет-фактура; товарный чек.

Кнопка «Печать», расположенная в каждом окне документов, открывает окно для печати документов, где можно также настроить параметры печати (рис. 4).

Библиографический список

1. Землянухина Н.С. О применении информационных технологий в менеджменте // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 106–107.

2. Завьялов Д.В. О применении информационных технологий // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 71–72.

3. Исакова М.В., Горбенко О.Н. Об особенностях систем управления персоналом // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2014. – № 12. – С. 168–171.

4. Львович Я.Е., Львович И.Я., Власов В.Г., Кострова В.Н. Системно-деятельностный подход к процессу управления функционирования и развития вуза // Инновации. – 2003. – № 3. – С. 34–42.

5. Нечаева А.И. Особенности функционирования информационных баз на складе // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(16). – С. 64–66.

6. Жидко Е.А. Логико-лингвистическая модель интегрированно-го менеджмента организации в XXI веке // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(16). – С. 91–93.

7. Мэн Ц. Анализ методов классификации информации в интернете при решении задач информационного поиска // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 19.

8. Мельникова Т.В., Цепковская Т.А. Об основных факторах информатизации образования // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(16). – С. 139–141.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА СПЕЦИАЛИСТА ПО СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Студент В.И. Атаманиченко

Воронежский институт высоких технологий

Специалист А.В. Данилова

ОАО «Концерн “Созвездие”», г. Воронеж

Рассмотрены аспекты построения автоматизированного рабочего места специалиста по строительным материалам. Даны основные формы программного продукта.

Ключевые слова: автоматизация; рабочее место; строительные материалы.

THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED WORKPLACE OF THE SPECIALIST CONSTRUCTION MATERIALS

Student V.I. Atamanichenko

Voronezh institute of high technologies

Specialist A.V. Danilova

JSC «Concern “Sozvezdie”», Voronezh

This paper describes aspects of building a workstation of specialist of construction materials. The basic forms of the software product are given.

Keywords: automation; workplace; building materials.

В современном мире, в век процветающих компьютерных технологий все больше и больше возникают желание и стремление разделить ручную и кропотливую человеческую работу с мощными многоядерными компьютерами для повышения производительности труда, тем самым облегчая решение задач рабочим, ученым, инженерам, проектировщикам, бизнесменам и специалистам, а также управленческому персоналу в различных сферах деятельности [1–3]. Соответственно проблемы всяческого рода автоматизации управления процессами становятся на сегодняшний день очень актуальными. С ускорением работы персонала и быстрой работой с огромным объемом данных великолепно справляются ЭВМ, установленные непосредственно на рабочих местах специалистов. С этим связано и увеличение автоматизированных рабочих мест. Компьютеры внедрены во все отрасли народного хозяйства, и возникла необходимость разработки автоматизированного рабочего места специалиста по строительным материалам, так как поя-

вилась необходимость в мгновенном расчете и грамотном распределении материальных и финансовых средств в совокупности с правильной организацией и распределением человеческих ресурсов. Специалист по строительным материалам нуждается в быстром расчете предстоящих работ, в информации о материале на складе и мгновенных расчетах о стоимости заказа [4, 5].

Целью настоящей работы является разработка автоматизированного рабочего места специалиста по строительным материалам, выполняющего расчет расхода и наличия остатков материала, а также расчет стоимости и сроков выполнения работ с функциями добавления, удаления материалов, заказов и поставщиков.

Для создания программы сформируем проект. Название может быть любым, но мы назвали проект `final`. Помним, что название проекта должно совпадать с названием нашего основного класса.

При разработке графического интерфейса АРМ необходимо создать подключение к нашей базе данных. Для этого скачиваем драйвер `jdbc` с названием `mysql-connector-java-5.1.23-bin.jar`. Разберемся со структурой проекта. Рассмотрим дерево классов (рис. 1).

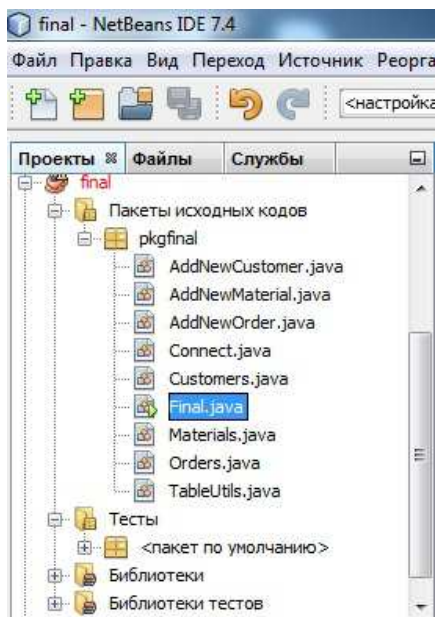


Рис. 1. Дерево классов

Для работы программы создаем 9 классов: «Final.java», «Connect.java», «Customers.java», «AddNewCustomer.java», «Materials.java», «AddNewMaterials.java», «Orders.java», «AddNewOrder.java» и «TableUtils.java».

«Final.java» – отвечает за форму «Форма входа в приложение», форма изображена на рис. 2.

Для работы с АРМ мы должны пройти аутентификацию по имени пользователя и паролю.

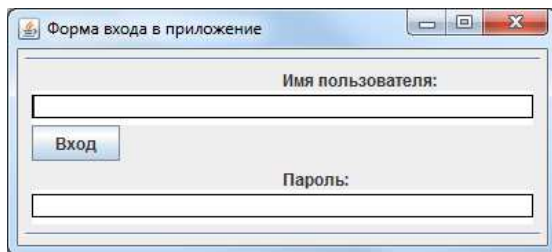


Рис. 2. Форма для входа в приложение

При вводе логина и пароля и нажатии кнопки «Вход» создается подключение к БД с именем пользователя «root» и паролем «root».

Для подключения к базе данных отвечает класс «Connect.java». Класс «Customers.java» отвечает за таблицу «Сведения о предприятиях». На данной форме можно добавить в базу новое предприятие (кнопка «Добавить предприятие», рис. 3).

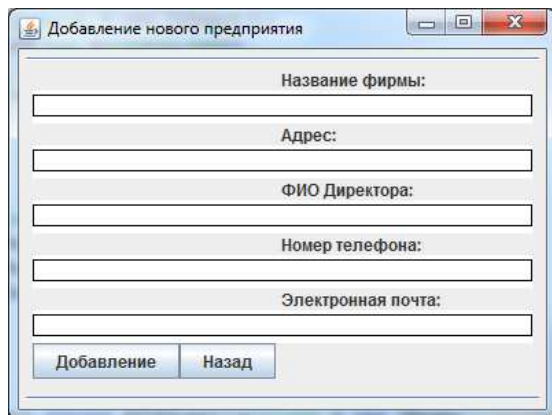
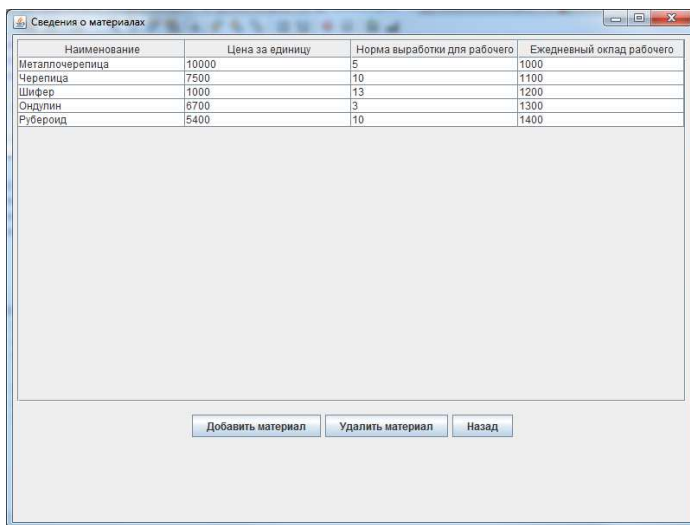


Рис. 3. Добавление предприятия в базу

При добавлении нового предприятия таблица построчно увеличивается и не отображается огромное количество пустых полей, что дает преимущество комфортной работы с небольшим количеством предприятий. С существенным увеличением количества новых предприятий справа появляется «scrollbar», который при прокручивании, в свою очередь, позволяет комфортно работать и с большим объемом данных. За добавление «нового предприятия» в базу и удаление «старого» отвечает класс «AddNewCustomer.java».

Форма «Сведения о материалах» (рис. 4) работает с помощью класса «Materials.java», где можно добавить новый материал в базу с параметрами «Цена за единицу», «Норма выработки для рабочего», «Ежедневный оклад рабочего», за это отвечает класс «AddNewMaterials.java» (рис. 5), или удалить уже существующий материал со всеми его параметрами.



Наименование	Цена за единицу	Норма выработки для рабочего	Ежедневный оклад рабочего
Металлочерепица	10000	5	1000
Черепица	7500	10	1100
Шифер	1000	13	1200
Ондулин	6700	3	1300
Рубероид	5400	10	1400

Рис. 4. Сведения о материалах

Следующая таблица – «Сведения о заказах». Данную таблицу формирует класс «Orders.java». В эту таблицу можно добавить заказ (рис. 6), удалить заказ, перейти к формам «Переход к списку предприятий», «Переход к материалам» и рассчитать сроки и экономические параметры: наличие материала на складе, расчет стоимости сроков выполнения работ.

Добавление нового материала

Наименование:

Цена за единицу:

Дневная норма:

Ежедневный оклад рабочего:

Добавление Назад

Рис. 5. Добавление нового материала

Добавление нового заказа

Название предприятия:
ООО «СамСтрой»

Дата начала работ:

Название материала:
Металлочерепица

Количество материала:

Число рабочих:

Добавление Назад

Рис. 6. Добавление нового заказа

На форме «Добавление нового заказа» с помощью компонента JComboBox можно выбрать из уже существующих предприятий уже зарегистрированное в базе. Очень удобно, если сотрудничающих фирм много и нет необходимости их все запоминать для того, чтобы вводить название фирмы заказчика вручную. И также можно выбрать название материала из базы, а в случае если разновидностей материала очень много на складе, можно тем самым еще больше ускорить работу оператора, сохраняя его драгоценное время.

Данный класс принимает в качестве параметров переменную со значениями выборки из таблицы ResultSet rs и количество столбцов с таблице, затем перебирает все значения, которые пришли с таблицы, и заполняет ими объект класса Vector, после чего отправляет в вызывающий класс для отображения в конкретной таблице.

Заключение. Мы привели описание разработки автоматизированного рабочего места специалиста по строительным материалам. Произведен выбор средств разработки программного обеспечения, разработаны база данных и пользовательский интерфейс.

Библиографический список

1. Гусарова И.А. Применение маркетинговых стратегий компаниями // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(6). – С. 79–82.
2. Нечаева А.И. Особенности функционирования информационных баз на складе // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(6). – С. 64–66.
3. Мельникова Т.В. Некоторые особенности работы бизнес-аналитика в IT-сфере // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 5.
4. Москальчук Ю.И., Наумова Е.Г., Киселева Е.В. Проблемы оптимизации инновационных процессов в организациях // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 2. – С. 10.
5. Свиридов В.И. Технологии, применяемые при подготовке современных инженеров // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 151–152.

ПОДСИСТЕМА ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ

Студент В.И. Атаманиченко

Воронежский институт высоких технологий

Специалист А.В. Данилова

ОАО «Концерн “Созвездие”», г. Воронеж

В данной статье рассмотрены возможности построения подсистемы психологического тестирования специалистов. Приведены основные формы программы.

Ключевые слова: автоматизация; испытания.

THE SUBSYSTEM OF PSYCHOLOGICAL TESTING OF PROFESSIONALS

Student V.I. Atamanichenko

Voronezh Institute of High Technologies

Specialist A.V. Danilova

JSC «Concern “Sozvezdie”», Voronezh

This article discusses the possibility of constructing a subsystem of psychological testing specialists. The main form of the program.

Keywords: automation; testing.

Процедура отбора персонала является важной составляющей работы любой организации, будь то крупная компания или начинающая маленькая фирма [1–3].

Целью работы является разработка программы психологического тестирования при приеме на работу.

При запуске главной формы (рис. 1) будет представлено основное меню входа.

При вводе логина и пароля администратора (рис. 2) открывается форма, содержащая в себе таблицы базы данных программы психологического тестирования (рис. 3): Испытуемый, Желаемая должность, Профиль, Вопросы, Результаты тестирования. Необходимо выбрать интересующую информацию путем нажатия какой-либо из кнопок. После этого открываются формы с конечными данными.

При переходе по кнопке «*Испытуемый*» на экран выводится информация об испытуемом (рис. 4). При нажатии на кнопку «*Желае-*

мая должность» выведется информация о должностях (рис. 5). Нажатие на кнопку «Профиль» выводит форму с информацией о профилях теста СМИЛ (рис. 6). При нажатии на кнопку «Вопросы» выведутся номера вопросов и их формулировка (рис. 7), а при нажатии на кнопку «Результаты тестирования» выводится информация об испытуемых и их результатах тестирования (рис. 8).



Рис. 1. Главная форма программы психологического тестирования «СМИЛ»

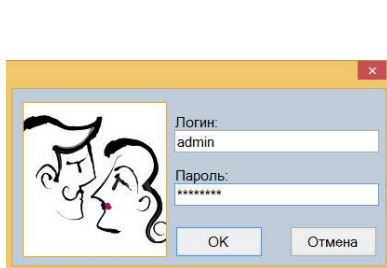


Рис. 2. Форма «Вход»

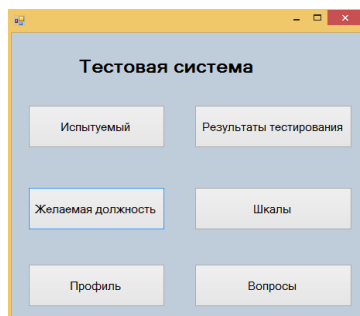


Рис. 3. Форма «Тестовая система»

Если на главной форме происходит нажатие кнопки «Регистрация», открывается окно с полями для заполнения (рис. 9).

После заполнения всех полей пользователю необходимо нажать кнопку «Начать тестирование», тогда его данные сохранятся в базе

данных и откроется окно с инструкцией к тесту СМИЛ (рис. 10). Прочитав инструкцию, необходимо нажать на кнопку «Далее», тогда откроется форма с вопросами теста (рис. 11). На форме присутствуют три возможных варианта ответов «Верно/Неверно/Не знаю», выбрать можно только один.

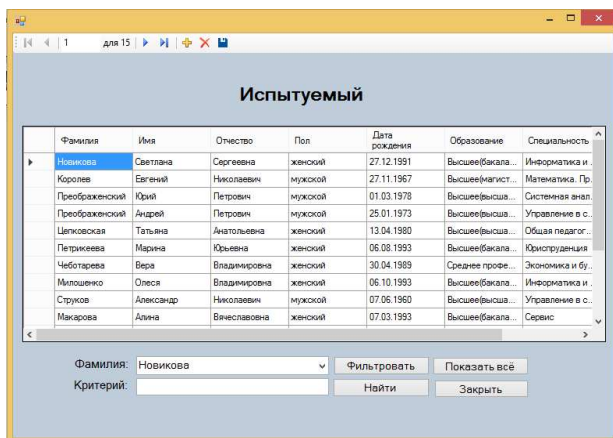


Рис. 4. Форма «Испытуемый»

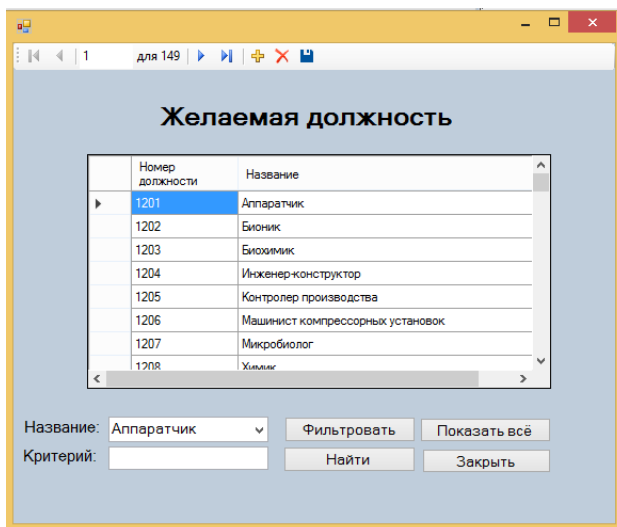


Рис. 5. Форма «Желаемая должность»

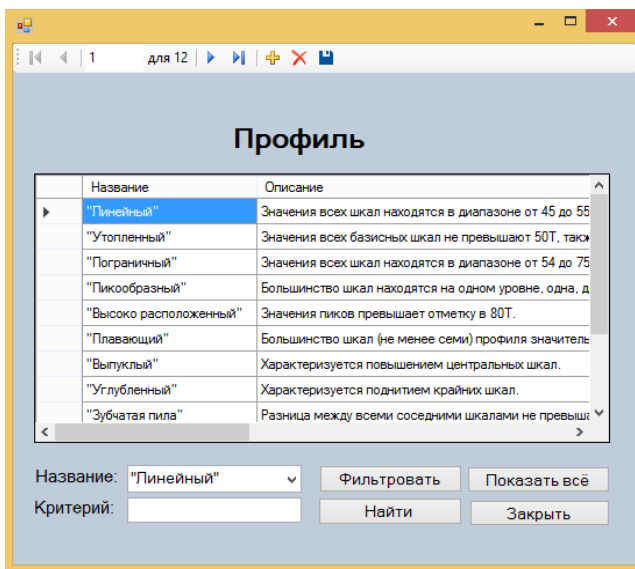


Рис. 6. Форма «Профиль»

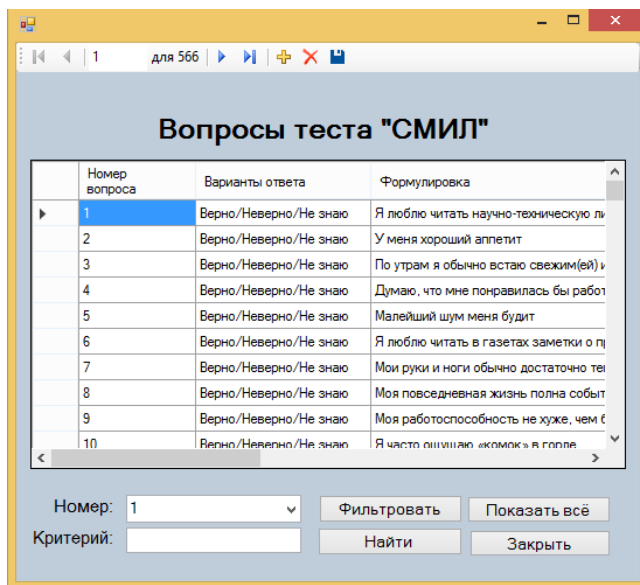


Рис. 7. Форма «Вопросы»

Результаты тестирования

Номер испытуемого	Фамилия	Имя	Отчество	Пол
1101	Новикова	Светлана	Сергеевна	женский
1102	Королев	Евгений	Николаевич	мужской
1103	Преображенский	Юрий	Петрович	мужской
1104	Преображенский	Андрей	Петрович	мужской
1105	Цепковская	Татьяна	Анатольевна	женский
1106	Петрикеева	Марина	Юрьевна	женский
1107	Чеботарева	Вера	Владимировна	женский
1108	Милошенко	Олеся	Владимировна	женский
1109	Струков	Александр	Николаевич	мужской
1110	Макарова	Алина	Вячеславовна	женский

Фамилия:

Критерий:

Рис. 8. Форма «Результаты тестирования»

Заполните следующие поля:

Фамилия:

Имя:

Отчество:

Пол:

Дата рождения:

Образование:

Специальность:

Желаемая должность:

Рис. 9. Форма «Регистрация»

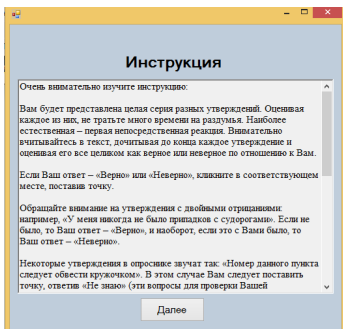


Рис. 10. Форма «Инструкция»

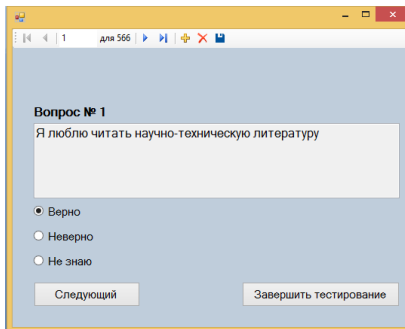


Рис. 11. Форма «Тестирование»

После того как ответ выбран, необходимо нажать на кнопку «Следующий» и нажимать ее до тех пор, пока не закончатся вопросы психологического теста. Когда вопросы закончатся, пользователь должен нажать на кнопку «Завершить тестирование», тогда откроется форма с его результатами прохождения теста (рис. 12).

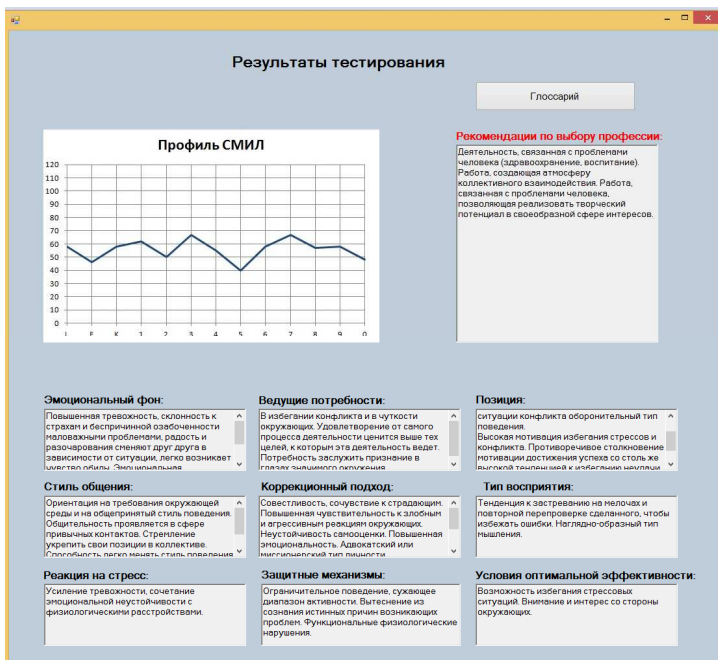


Рис. 12. Форма «Профиль СМИЛ»

Для удобства интерпретации результатов тестирования пользователь может открыть глоссарий, нажав на кнопку «Глоссарий» (рис. 13).

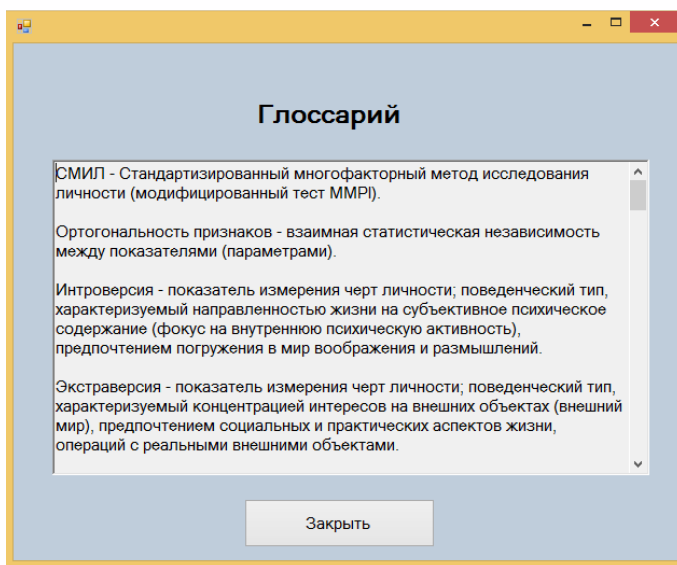


Рис. 13. Форма «Глоссарий»

Созданная подсистема выполняет следующие функции: содержит информацию об испытуемых, тесте, его вопросах, шкалах, о должностях; формирует отчеты по испытуемым – можно определить тип их личности [4–6].

Разработанная подсистема может быть использована в организации, которая занимается поиском новых кадров [7].

Библиографический список

1. Гусарова И.А. Применение маркетинговых стратегий компаниями // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(6). – С. 79–82.

2. Мельникова Т.В. Некоторые особенности работы бизнес-аналитика в IT-сфере // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 5.

3. Собчик Л.Н. Управление персоналом и психодиагностика. – М.: Компания Боргес, 2010. – 186 с.
4. Тимошечкина К.В., Преображенский А.П. Разработка модели и алгоритма исследования процесса тестирования учащихся // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2007. – Т. 3. – № 12. – С. 139–142.
5. Мэн Ц. Анализ методов классификации информации в интернете при решении задач информационного поиска // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 19.
6. Глотова Т.В., Кострова В.Н. Инновационные процессы в образовании // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(6). – С. 112–115.
7. Мельникова Т.В., Цепковская Т.А. Об основных факторах информатизации образования // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(6). – С. 139–141.

ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗОТРОПНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Студент В.В. Авдеев

Российский новый университет, г. Москва

Аспирант А.А. Головин

Воронежский институт высоких технологий

Рассмотрены возможности выделения изотропных источников на объекте. При расчетах использовались метод интегральных уравнений и метод простейших компонентов.

Ключевые слова: радиоволна; восстановление изображений.

ABOUT THE DEVOTING A ISOTROPIC SOURCE ON THE SURFACE OF COMPLEX OBJECTS

Student V.V. Avdeev

Russian new university, Moscow

Graduate Student A.A. Golovin

Voronezh Institute of High Technologies

This paper discusses the possibility of separation of isotropic sources at the object. The calculations used the method of integral equations and the method of simple component.

Keywords: radio wave; image recovery.

Введение. Анализ показывает, что в состав современных объектов техники входит большое число различных элементарных отражателей. При этом уровень рассеянного электромагнитного поля определяется их отражательными способностями [1, 2].

В связи с этим актуальной является задача разработки методик и алгоритмов определения характеристик рассеяния указанных дифракционных структур.

Могут быть выделены локальные отражатели, формирующие структуру объекта и вносящие вклад в рассеянное электромагнитное поле в определенных секторах углов наблюдения [3, 4].

Целью работы является построение алгоритма расчета и исследование возможности представления локальных источников изотропными отражателями.

Основная часть. В качестве модели рассмотрим объект, изображенный на рисунке. Объект состоит из двумерных цилиндров

длиной a и шириной b , с расстоянием между ними L . На объект под определенным углом θ падает электромагнитная волна.

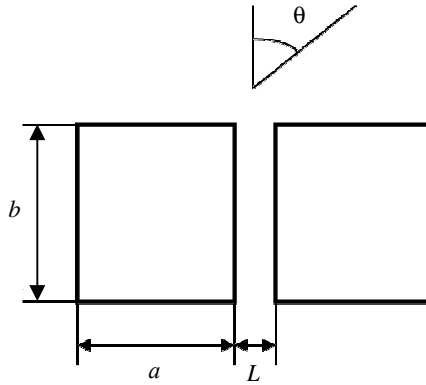


Рис. Исследуемая модель

При математическом моделировании расчет характеристик рассеяния будем проводить на основе двух подходов:

1. Метод интегральных уравнений [2]. На основе данного метода нами моделировались экспериментальные данные.
2. Подход, в рамках которого сложная дифракционная структура представлялась в виде суперпозиции элементарных отражателей, каждый из которых имеет свою характеристику рассеяния [1, 3].

Рассмотрим использование этих двух подходов. При первом подходе используется методика расчета характеристик рассеяния на основе метода интегральных уравнений, описанная в [4]. Расчет токов на поверхности (контуре) объекта для случая E-поляризации падающей электромагнитной волны проводится на основе решения интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода.

Во втором подходе использовался алгоритм расчета характеристик рассеяния, основанный на представлении объекта в виде совокупности элементарных отражателей.

В рассматриваемой нами модели выделим следующие элементарные отражатели (см. рисунок): двумерные пластины, расположенные с левой и правой стороны соответственно, клинья, образованные стыками пластин. Расчеты на основе двух вышеизложенных подходов проводились для размеров структуры, лежащих в резонансных

пределах. Определялось значение сектора углов наблюдения, локальные источники можно было представить изотропными источниками на основе сравнения значений моностатических эффективных поверхностей рассеяния (ЭПР), полученных с использованием двух рассмотренных подходов.

В ходе машинного эксперимента было установлено, что для рассматриваемой модели для указанных размеров структуры локальные отражатели могут быть представлены изотропными источниками при углах наблюдения, лежащих в секторе от 40 до 55°.

Заключение. Таким образом, в работе рассмотрена задача о возможности выделения на поверхности объектов изотропных источников. Существует возможность значительного уменьшения времени расчета характеристик объекта за счет его декомпозиции на совокупность отдельных отражателей.

Библиографический список

1. Преображенский А.П. Моделирование и алгоритмизация анализа дифракционных структур в САПР радиолокационных антенн. – Воронеж: Научная книга, 2007. – 248 с.

2. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов с радиопоглощающими покрытиями в диапазоне длин волн // Телекоммуникации. – 2003. – № 4. – С. 21–24.

3. Кобак В.О. Радиолокационные отражатели. – М.: Советское радио, 1972. – 248 с.

4. Преображенский А.П. Исследование возможности определения формы объекта в окрестности восстановления локальных отражателей на поверхности объектов по их диаграммам обратного рассеяния // Телекоммуникации. – 2003. – № 4. – С. 29–32.

5. Захаров Е.В., Пименов Ю.В. Численные методы решения задач дифракции. – М.: Радио и связь, 1986. – 184 с.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

Студент В.В. Авдеев

Российский новый университет, г. Москва

Аспирант А.А. Головин

Воронежский институт высоких технологий

В статье рассмотрены особенности применения метода интегральных уравнений при рассеянии электромагнитных волн.

Ключевые слова: метод; интегральные уравнения; радиоволна.

ABOUT THE DEVOTING A ISOTROPIC SOURCE ON THE SURFACE OF COMPLEX OBJECTS

Student V.V. Avdeev

Russian New University, Moscow

Graduate Student A.A. Golovin

Voronezh institute of high technologies

This paper describes the features of the application of the method of integral equations in the scattering of electromagnetic waves.

Keywords: method; integral equations; radiowave.

Во многих задачах, которые касаются процессов разработок различных технических объектов, необходимо отметить те, которые связаны с применением и анализом особенностей дифракции и рассеяния электромагнитных волн [1–4].

В тех случаях, когда компоненты объектов представляют собой полые структуры, у которых размеры относятся к резонансной области (т.е. для размеров апертур полых структур диапазон относится к интервалу от одной до нескольких длин волн), в этих случаях прибегают к тому, что используют два способа: базирующийся на волноводных методах и на дифракционных методах.

Для первого подхода характерным является то, что полые структуры рассматриваются в виде участка волновода, причем эти участки можно соединять между собой. Такие структуры могут входить в состав различных антеннофидерных трактов, СВЧ-устройств, цепей, связанных с питанием объектов и др. [5, 6]. Волноводы могут быть связаны

с различными диафрагмами, зондами, щелями. Применяемые математические методы, которые полезны для того, чтобы проводить расчеты волноводов различных типов, излагаются в разной литературе.

При решении задач необходимо ориентироваться на декомпозиционный подход, когда объект, имеющий сложную форму, мы разбиваем на множество довольно простых компонентов. В тех случаях, когда рассматриваются структуры, представленные в виде тел вращения, тогда можно провести комбинацию метода интегральных уравнений, а также способа, базирующегося на собственных функциях [7].

Особое внимание необходимо уделить поведению угловой, или азимутальной координаты ϕ . Если рассматривать то, как ведут себя рассматриваемые поля по такой координате, то существует аналогия с разложением в ряды Фурье, и поля, относящиеся к отдельным гармоникам, исходя из того, что требуется выполнение условий ортогональности, связаны с условием независимости.

За счет использования указанных подходов идет уменьшение размерности рассматриваемых электродинамических задач и наблюдается ослабление требований по величине машинной памяти и временам счета на ЭВМ.

В тех случаях, когда анализируемые объекты не будут иметь осей вращения и представляются в виде сложных форм, то в этом случае важно проводить решение интегральных уравнений с учетом характеристик того, как происходит изменение по каждому из участков на поверхности объектов. Если разбиение было выбрано неверно, то мы можем увидеть заметное увеличение времени расчетов и объемов требуемой машинной памяти.

В тех случаях, когда структуры будут периодические, используют теорию периодических структур. Например, можно использовать подобные структуры для того, чтобы осуществлять построение плоских СВЧ-антенн с дифракционным типом, которые имеют электронное управление поляризацией [8–15]. В настоящий момент созданы возможности для того, чтобы рассчитывать такие структуры на основе приближенных или эвристических подходов, однако мы при этом не можем утверждать, что их работа будет хорошей для широкого класса таких структур или в широком диапазоне частот.

Среди многих задач, с которыми мы можем столкнуться при осуществлении проектирования дифракционных структур и антенных систем, следует отметить следующие [16–19]:

– происходит определение требований для дифракционных структур относительно того, какие функциональные возможности и необходимые уровни отраженных электромагнитных полей, в которых при определенных условиях происходит достижение некоторых компромиссов по рабочим характеристикам, и тем, как идет обеспечение необходимого уровня для отраженного электромагнитного поля;

– производится выбор оптимальной формы дифракционных структур и их состава (металл, диэлектрик и др.), поскольку в зависимости от этого можно применять соответствующие алгоритмы, минимизирующие уровни характеристик рассеяния, проводящих анализ их по тестопригодности;

– производится процедура логической верификации и осуществляются процессы, связанные с моделированием характеристик рассеяния по основным дифракционным структурам, и потом, путем обобщения их в группу, происходит определение характеристик рассеяния антенных систем с учетом реальных значений характеристик используемых антенн при различных режимах их функционирования, происходит оценка адекватности для рассматриваемых моделей и алгоритмов.

С целью решения подобных задач требуется проводить разработку методики, которая позволяет осуществлять автоматизирование проектирования дифракционных объектов и радиолокационных систем. По ней можно создать требования к элементарным компонентам таким образом, чтобы обеспечить возможность для осуществления расчетов данных для процессов проектирования исследуемых систем с высокой точностью.

Указанная методика отличается тем, что происходит формирование требований по базовым дифракционным компонентам на ранних стадиях проектирования с учетом максимумов коэффициента корреляции для параметров отобранных основных элементов и режимов работы антенных систем, а также с точки зрения стоимостных характеристик антенных систем, имеющих необходимые характеристики в техническом задании на проведение их автоматизированного проектирования.

Как результат, мы имеем возможность для наблюдения иерархического процесса проектирования, который позволяет реализовать принцип непрерывности. В системах проектирования в модулях необходимо предусмотреть описание того, какие геометрические

модели есть в дифракционных элементах, как идет описание с точки зрения функционально-логических и электродинамических характеристик, символьных представлений геометрических моделей. Есть возможности для расширения библиотеки модулей.

Для входного языка используют буквы алфавита и наборы для ключевых командных слов, их разделяют по двум группам для того, чтобы делать описание начала и конца записей и имен атрибутов для оставшихся записей. Как основная структурная единица в языках описания модулей нами рассматривается запись. В теле записи существует ограничение среди тем набором ключевых слов, которые связаны с началом и концом, и запись имеет набор атрибутов, их значения. В лингвистических средствах есть сформированный язык, позволяющий проводить описание входных воздействий (определенных значений, относящихся к характеристикам электромагнитных волн) и задания по проектированию.

Такой язык предоставляет возможности применения как символьных, так и графических подходов к описанию, использования и сокращенных, и командных приемов и осуществления автоматического формирования таких данных, которые будут наиболее объемными, а еще происходит создание рациональных процедур, чтобы осуществлять манипулирование данными.

При проведении проектирования мы можем проводить решение не только прямых задач (в них осуществляется определение характеристик рассеяния исследуемых объектов), но и определять параметры объектов (например, мы рассматриваем электродинамические характеристики материалов объектов), на основе которых можно получить заданные уровни по рассеянным электромагнитным полям. Чтобы сократить время расчетов, можно применять метод краевых волн.

Заключение: метод интегральных уравнений дает возможности для проведения анализа по широкому классу дифракционных структур, в том числе входящих в состав антенных систем. Такой метод можно применять в модулях математического обеспечения САПР антенн.

Библиографический список

1. Ваганов Р.Б., Каценеленбаум Б.З. Основы теории дифракции. – М.: Наука, 1982. – 272 с.
2. Кобак В.О. Радиолокационные отражатели. – М.: Советское радио, 1972. – 248 с.

3. Гордиевская К.Ю. О методе конечных разностей во временной области // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-3. – С. 363–364.
4. Шутов Г.В. Вопросы распространения радиоволн через растительные покровы // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3–3. – С. 384–385.
5. Вольман В.И., Пименов Ю.В. Техническая электродинамика. – М.: Связь, 1971. – 487 с.
6. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. – М.: Высшая школа, 1970. – Т. 1. – 439 с.
7. Васильев Е.Н. Возбуждение тел вращения. – М.: Радио и связь, 1987. – 270 с.
8. Кульнева Е.Ю. Об использовании импедансных структур для управления излучением антенн // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-3. – С. 369.
9. Кульнева Е.Ю. Вопросы проектирования антенн на основе планарных диэлектрических волноводов // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-3. – С. 369–370.
10. Рожкова А.А. Проблемы рассеяния электромагнитных волн на телах с магнито-диэлектрическим покрытием // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-3. – С. 378–379.
11. Ашихмин А.В., Пастернак Ю.Г., Рембовский Ю.А. Моделирование «виртуальной» антенной решетки мобильного радиопеленгатора с использованием данных натуральных измерений электромагнитного поля // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – Т. 27. – № 1.3. – С. 313–317.
12. Пастернак Ю.Г., Рембовский Ю.А. Структура поля в области расположения кольцевой антенной решетки мобильного базирования // Антенны. – 2007. – № 1. – С. 30–34.
13. Экспериментальные исследования антенных характеристик гребенки с двумя пазами и со слоем диэлектрика / А.И. Климов, К.Б. Меркулов, А.В. Останков, Ю.Г. Пастернак, В.И. Юдин // Приборы и техника эксперимента. – 1999. – Т. 42. – № 4. – С. 113–116.
14. Амплитудно-фазовое пеленгование источников СВЧ-радиоизлучения с произвольной поляризацией с помощью кольцевой антенной решетки ИЗ ТЕМ-рупоров и антенн Вивальди / А.В. Ашихмин, Ю.Г. Пастернак, И.В. Попов, Ю.А. Рембовский // Антенны. – 2008. – № 3. – С. 44–49.

15. Ашихмин А.В., Пастернак Ю.Г., Рембовский Ю.А. Исследование возможностей совершенствования точностных и энергетических характеристик мобильных радиопеленгаторов путем оптимизации структуры и параметров их антенных систем // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – Т. 28. – № 2.1. – С. 113–118.

16. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П. Решение задач оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн на дифракционных структурах при их проектировании // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2010. – № 6. – С. 255–256.

17. Косилов А.Т., Преображенский А.П. Методы расчета радиолокационных характеристик объектов // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 68–71.

18. Преображенский А.П. Оценка возможностей комбинированной методики для расчета ЭПР двумерных идеально проводящих полостей // Телекоммуникации. – 2003. – № 11. – С. 37–40.

19. Львович И.Я., Преображенский А.П. Разработка информационного и программного обеспечения САПР дифракционных структур и радиолокационных антенн // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2006. – Т. 2. – № 12. – С. 63–68.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛАВНОГО КРИТЕРИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ В МЕТАЛЛУРГИИ

Студент **В.В. Авдеев**

Российский новый университет, г. Москва

Аспирант **А.А. Головин**

Воронежский институт высоких технологий

В статье даются рекомендации по использованию главного критерия в технологических металлургических процессах. Отмечено, что в ряде случаев можно перейти от многокритериальной задачи к однокритериальной.

Ключевые слова: автоматизация; технологический процесс; критерий.

ABOUT THE DEVOTING A ISOTROPIC SOURCE ON THE SURFACE OF COMPLEX OBJECTS

Student **V.V. Avdeev**

Russian New University, Moscow

Graduate Student **A.A. Golovin**

Voronezh Institute of High Technologies

This paper provides recommendations for the use of the main criterion in the technological metallurgical processes. It is noted that in some cases it is possible to move from a multi-criteria problem to one criterion.

Keywords: automation; process; criteria.

Технологический процесс (ТП) в металлургии можно охарактеризовать как многокритериальный (или многофакторный) [1]. Поэтому методы оптимизации подобных ТП должны быть многокритериальными, т.е., проводиться таким образом, чтобы при работе многопараметрическая система [2, 3] удовлетворяла бы одновременным образом совокупности критериев качества, которые определяют выходные параметры изделий (как итоговые качественные характеристики этих изделий). Если говорить об общем случае, то основная задача оптимизации ТП металлургического процесса связана с приведением к максимуму какой-либо оптимизируемой функции $F(X)$:

$$F(Z) \rightarrow \max. \quad (1)$$

В случае, когда рассматривается многокритериальная оптимизация,

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}, Z \in D, F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}, D \subseteq S, \quad (2)$$

где Z – является вектором независимых переменных, который относится к определенной области D (являющейся множеством допустимых значений переменных), x_i – представляют собой неизвестные, которые являются управляемыми объектами (говорят о входных объектах) в задачах оптимизации ТП, S – представляет собой пространство оптимизации (в частном случае говорят о множестве вещественных чисел R^n).

Таким образом, рассматриваемая задача (1) представляет собой задачу, связанную с оптимальным выбором управляемых параметров в технологической системе металлургии, в ней для критериальных функций $f_k, k=1..n$, которые заданы, можно определить определенные технологические ограничения ($Z \in D$) (в качестве примера можно привести технологические возможности оборудования и др.).

Среди дополнительных проблем, с которыми можно встретиться при оптимизации ТП металлургии, можно отметить разные механизмы взаимодействия таких критериев между собой: кроме того, что есть независимые или нейтральные, встречаются и такие, которые конфликтуют (противоречат друг другу) [4].

Для того чтобы решать подобные проблемы в случаях многокритериальной оптимизации, довольно часто можно встретить использование компромиссных подходов, исходя из того, что строится множество Парето для пространства критериальных функций:

$$H = f(D_{\text{пар}}) = \{ (f_1(Z), f_2(Z) \dots f_n(Z)) \in R, Z \in D_{\text{пар}} \}, \quad (3)$$

где $D_{\text{пар}}$ – является множеством всех паретовских точек. Согласно определению множества Парето нет таких точек, которые лежат вне указанного множества, для которых значения относительно всех критериев $f_i(Z)$ будут не хуже, чем для точек, относящихся к множеству Парето [5, 6].

При решении задачи многокритериальной оптимизации ТП связан с поиском Парето-оптимального множества решений, но если пытаться решать прямыми способами, то это приведет к существенным затратам времени, а при некоторых условиях задачи просто нет возможности ее решить [7–10].

Во многих случаях при процессах металлургии делают выбор решений при менее эффективных параметрах, но при этом они обеспечивают наилучшую устойчивость по отношению к отклонениям, которые возникают при производстве.

Проведение упрощений при построении Парето-оптимальных решений для конкретных ТП можно считать одной из важных задач, для того чтобы сократить затраты времени на их поиск в разумных пределах [5].

Можно отметить несколько методов, которые сводят задачу (1) к системе, которая зависит от одного критерия. Дадим их анализ, чтобы определить возможности использования в соответствующих информационных системах.

1. Метод свертки критериев.
2. Методы (методы максиминной свертки).
3. Дискриминационный метод (метод главного критерия).

Те методы, которые мы рассмотрели, дают существенные возможности упростить поиск Парето-оптимального решения [6].

На основе результатов анализа указанных методов можно сделать следующие выводы:

– использование методов свертки дает существенные возможности для ограничения необходимости изначального назначения весовых параметров по каждой критериальной функции;

– наиболее предпочтительно использование метода главного критерия, если говорить о возможностях его использования в новых производствах (или при производстве новых видов продуктов металлургии на существующем оборудовании), поскольку при его применении не надо давать точные значения тех параметров, которые влияют на показатели качества производимой продукции, а требуется только указать допуски по ним;

– на основе введения обобщенного параметра качества производства соответствующих объектов, который состоит из всех параметров оптимизации (параметров качества) при введенных коэффициентах значимости, есть возможности проведения оптимизации ТП по одному из параметров (происходит превращение оптимизации из многокритериальной в однокритериальную).

Библиографический список

1. Bukhori M.F., Roy S., Asenov A. Simulation of Statistical Aspects of Charge Trapping and Related Degradation in Bulk MOSFETs in the Presence of Random Discrete Dopants // IEEE Trans. Electron Dev. – 2010. – Vol. 57, iss. 4. – P. 795–803.

2. Клыков Ю.И., Горьков Л.Н. Банки данных для принятия решений. – М.: Советское радио, 1980. – 208 с.
3. Граничин О.Н. Введение в методы стохастической оптимизации и оценивания: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербург. ун-та, 2003. – 131 с.
4. Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений: учеб. пособие. – М.: МАКС-Пресс, 2008. – 197 с.
5. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. – М.: Факториал Пресс, 2002. – 196 с.
6. Horn J., Nafpliotis N., Goldberg D.E. A niched Pareto genetic algorithm for multiobjective optimization // Proceedings of the First IEEE Conference on Evolutionary Computation, Z. Michalewicz. – Ed. Piscataway, NJ: IEEE Press, 1994. – P. 82–87.
7. Системно-деятельностный подход к процессу управления функционирования и развития вуза / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, В.Г. Власов, В.Н. Кострова // Инновации. – 2003. – № 3. – С. 34–42.
8. Ерасов С.В. Оптимизационные процессы в электродинамических задачах // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 20–26.
9. Львович И.Я., Преображенский А.П. Разработка информационного и программного обеспечения САПР дифракционных структур и радиолокационных антенн // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2006. – Т. 2. – № 12. – С. 63–68.
10. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И.Я. Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2–6.

ПРОВЕДЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Студент В.В. Авдеев

Российский новый университет, г. Москва

Аспирант А.А. Головин

Воронежский институт высоких технологий

Рассмотрены вопросы разработки алгоритмического и программного обеспечения задачи выбора наилучшего варианта в условиях неопределенности.

Ключевые слова: автоматизация; проектирование; система.

ABOUT THE DEVOTING A ISOTROPIC SOURCE ON THE SURFACE OF COMPLEX OBJECTS

Student V.V. Avdeev

Russian New University, Moscow

Graduate Student A.A. Golovin

Voronezh Institute of High Technologies

We consider the development of algorithmic and software challenges of choosing the best option in the face of uncertainty.

Keywords: automation; design; system.

В настоящее время идет активный поиск возможных способов решения проблем распространения радиоволн внутри зданий и сооружений [1–3]. Это определяется тем, что происходит проектирование и внедрение беспроводных сетей связи, которые позволяют передавать большие объемы данных, а также дают возможности для того, чтобы было оперативное управление и обеспечивалась безопасность.

Внутри зданий и сооружений существуют стены, перегородки, мебель, радиоэлектронная аппаратура и другие объекты, это ведет к тому, что создается сложная среда для распространения радиоволн.

В качестве основных эффектов, которые наблюдаются в подобных средах, можно отметить [4–6]:

1) наличие многолучевости вследствие того, что происходят многократные переотражения от объектов, находящихся внутри помещений, и от стен;

2) дифракционные эффекты, существующие на острых краях объектов, которые существуют внутри помещений;

3) эффекты рассеяния электромагнитных волн.

Как следствие таких эффектов, возникает сложная интерференционная структура электромагнитного поля, причем она сильно меняется, когда люди перемещаются внутри помещений, а также передвигают различные предметы.

Предлагается создать специализированный «Модуль помещения», для того, чтобы осуществлять преобразование графических карт помещений во внутренний формат САПР беспроводных систем связи.

Перечислим основные задачи, которые могут решаться с помощью «Модуля помещения»:

- проведение преобразований внешних данных во внутренние форматы;
- проведение вывода результатов во внешние графические пакеты;
- проведение подготовки данных для подсистемы расчета, исходя из требований технического задания на проектирование;
- проведение формирования слоя позиционирования точек доступа;
- проведение формирования слоя распространения сигналов.

Под техническим заданием на проектирование мы будем рассматривать определенные виды помещений, требующих проведения расчётов характеристик распространения радиоволн, частоты сигналов, погрешности расчетов, данные абонентов и применяемого оборудования, координаты передатчиков и приемников и др.

На рисунке представлена схема взаимодействия САПР беспроводных систем связи и геоинформационных систем (ГИС).

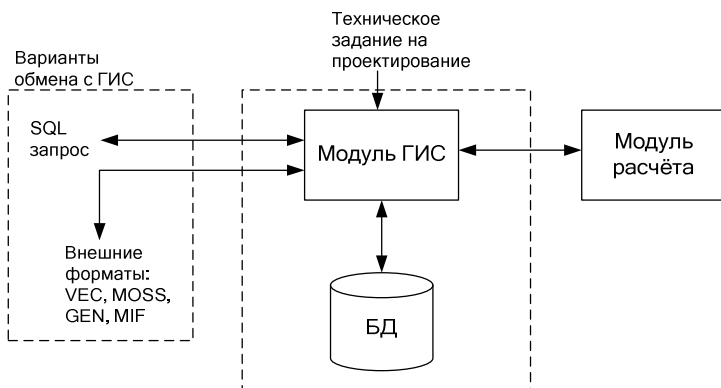


Рис. Взаимодействие САПР беспроводных систем связи и графических пакетов

Для того чтобы осуществлять взаимодействие с внешними графическими пакетами, можно применять два подхода:

- обращение к БД ГИС;
- использование форматов графической информации.

Когда применяется электронное графическое описание помещений, одной из ключевых характеристик является требование к тому, каковы входные данные в рассматриваемых моделях расчёта характеристик распространения радиоволн [7–9]. Помимо этого соответствующие требования должны быть предъявлены к тому, какая структура БД применяется для того, чтобы хранить информацию об областях, подлежащих анализу и расчёту, какие входные и выходные данные и др.

В качестве входных данных в рассматриваемом подходе предлагается использовать:

- координаты точки доступа;
- координаты приемника;
- размеры помещений;
- толщину перекрытий и стен, а также характеристики материалов, из которых они состоят;
- параметры применяемого оборудования;
- приемлемые погрешности расчетов.

В результате среди преимуществ применяемой модели можно выделить возможности проведения расчетов при весьма небольшом наборе параметров, которые необходимы.

Во входных данных, размещаемых в БД, предлагается использовать следующие: «графическое представление» – содержит координаты той области, внутри которой располагается система связи; «описание объектов» – их координаты, размеры, свойства материалов, из которых они изготовлены; «точки доступа» – содержится информация об их координатах, диаграммах направленности, мощности и др., «приемники» – характеристики приемников.

Библиографический список

1. Рыженин П.С. Моделирование распространения радиоволн внутри помещения // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 14.

2. Преображенский А.П. Анализ распространения электромагнитных волн внутри помещения в рамках лучевого подхода //

Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 12.

3. Казаков Е.Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети Wi-Fi // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 13.

4. Львович И.Я., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Построение алгоритма оценки средних характеристик рассеяния полых структур // Телекоммуникации. – 2014. – № 6. – С. 2–5.

5. Болучевская О.А., Горбенко О.Н. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 4.

6. Кульнева Е.Ю., Гащенко И.А. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.

7. Ерасов С.В. Оптимизационные процессы в электродинамических задачах // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 20–26.

8. Львович И.Я., Преображенский А.П. Разработка информационного и программного обеспечения САПР дифракционных структур и радиолокационных антенн // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2006. – Т. 2. – № 12. – С. 63–68.

9. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСТАТОЧНОЙ СТОИМОСТИ АВТОМОБИЛЯ

**Магистр Е.А. Савоськина,
профессор Ю.Н. Баранов**

Орловский государственный университет
им. И.С. Тургенева

Составлены рекомендации владельцу по характеру и интенсивности изменения стоимости автомобиля с момента его покупки. Выполнена ценовая сетка стоимости автомобиля, которая включает теоретические характеристики и рыночную ситуацию на момент оценки (спрос/предложение).

Ключевые слова: стоимость; автомобиль; затраты; ресурс.

INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE DETERMINATION OF THE RESIDUAL VALUE CAR

**Master E.A. Savoskina,
Professor Yu.N. Baranov**

Oryol State University name I.S. Turgenyeva

In this article the preparation of recommendations to the owner on the nature and intensity of the change value of the car with the moment of its purchase price should perform the grid: the price for car-ple, which includes theoretical characteristics and market B situation on the time of evaluation (supply/demand).

Keywords: costs; car; costs; resource.

Поступив в дилерский центр, автомобиль становится предметом торга и ему присваивается определённый уровень стоимости [1]. Цена нового автомобиля формируется из цены единичного автомобиля. Автолюбитель при покупке автомобиля старается рассчитать стоимость, в которую ему обойдется приобретение, причем так, чтобы купить дешевле, у салонов задача – продать подороже. Стоимость автомобиля в автосалоне зачастую включает в себя многие величины, рекламная стоимость не всегда включает налоговые проценты, чаще всего приводится стоимость базовой комплектации без дополнительных опций [2–4].

В стоимость автомобиля в автосалоне закладываются:

- затраты на материалы;
- затраты на сборку;
- цена затраченного труда;

– наценка, которая бывает двух видов:

- наценка завода-производителя – это накрупки за марку, отчисления конструкторам, а также цена разработки;
- наценка дилера: доставка автомобиля, предпродажная подготовка и, конечно же, установка дополнительного оборудования;
 - стоимость исследований – это инвестиции в будущее автопрома;
 - стоимость усилий, затраченных на продвижение марки и бренда на рынке, причем это справедливо и для дилера, и для изготовителя автомобиля;

Комплектация. Базовая комплектация – цена минимальная, дополнительные опции оплачиваются отдельно, и от некоторых невозможно отказаться;

Пожелания покупателя. Сюда входят и страховка, и сигнализация, и музыкальное оборудование, дополнительное страхование КАСКО, зимняя резина и оформление салона чехлами, телефонными подставками и ковриками, видеорегистраторы, навигаторы и пр.

Также стоит учитывать, что при покупке нового автомобиля нужно рассчитывать на то, что будут еще дополнительные расходы, такие как оформление обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств, оформление в ГИБДД, различное дополнительное оборудование, технический осмотр и т.д.

Стоит отметить, что автомобиль, как только выезжает из салона, теряет 20 % своей первоначальной стоимости [5, 6]. Поэтому продавать их в течение ближайших 5 лет крайне невыгодно. При этом чем больше стоит автомобиль, тем быстрее он дешевеет. Однако бывают и исключения из этого правила: самые популярные на рынке автомобили можно продать дороже, чем их первоначальная стоимость.

Если рассматривать подержанные автомобили, то они обесцениваются равномерно на протяжении всего срока эксплуатации [3]. Трехлетний автомобиль следует продавать после шести лет службы, шестилетний – после девяти и т.д. В таком случае потери будут минимальными (не более 30 %).

Для анализа разработана анкета, проведено анкетирование и выполнен анализ данных по 30 конкретным автомобилям (рис. 1, таблица).

Клиент _____
 Телефон _____
 E-mail _____
 А/м клиента: _____ Замена?
 модель _____ пробег _____ год выпуска _____
 Нравится: _____
 Не нравится: _____
 Где обслуживается: _____

Р	У	Б	Е	Н	С
---	---	---	---	---	---

Для кого? Для себя Для _____
 Стиль езды Динамичный Спокойный
 Город За городом
 Седан Хэтчбек Кроссовер _____
 Интересующая модель _____
 С какой моделью сравниваете? _____
 Примерный срок эксплуатации: _____ Пробег за год: _____
 Самое важное в а/м: _____

Рис. 1. Анкета для автомобилистов

База данных для расчета текущей стоимости автомобиля

Год выпуска	Пробег	Срок эксплуатации, год	Пробег за год, км	Ресурс, км	Базовая стоимость, а/м, руб.
1	2	3	4	5	6
2015	23 000	1	23 000	500 000	760 000
2014	58 000	2	29 000	500 000	540 000
2008	185 600	8	23 200	500 000	530 000
2000	150 000	16	9375	500 000	215 000
2013	30 000	3	10 000	500 000	385 000
2008	197 000	8	24 625	500 000	213 000
2008	140 000	8	17 500	500 000	750 000
1999	200 000	17	11 765	500 000	85 000
2004	156 000	12	13 000	500 000	114 000
2015	54 580	1	54 580	500 000	520 000
2008	46 550	8	5819	500 000	330 000
2010	96 000	6	16 000	500 000	170 000
2007	250 000	9	27 778	500 000	160 000
2014	50 000	2	25 000	500 000	467 000
2010	125 000	6	20 833	500 000	578 000
2009	110 000	7	15 714	500 000	544 000
2014	120 000	2	60 000	500 000	335 000
2011	185 000	5	37 000	500 000	312 000
2011	89 000	5	17 800	500 000	820 000
2011	120 000	5	24 000	500 000	280 000
2016	30 000	0,5	60 000	500 000	760 000

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
2000	300 000	16	18 750	500 000	377 000
2014	55 000	2	27 500	500 000	308 000
2015	50 000	1	50 000	500 000	630 000
2014	14 300	2	7150	500 000	540 000
2004	158 443	12	13 204	500 000	114 000
2007	150 000	9	16 667	500 000	360 000
2007	106 000	9	11 778	500 000	280 000
2010	38 400	6	6400	500 000	360 000
2010	94 000	6	15 667	500 000	470 000

По разработанной расчетной методике выполнен расчет остаточной стоимости автомобилей по формуле (1), результаты которого представлены на рис. 2.

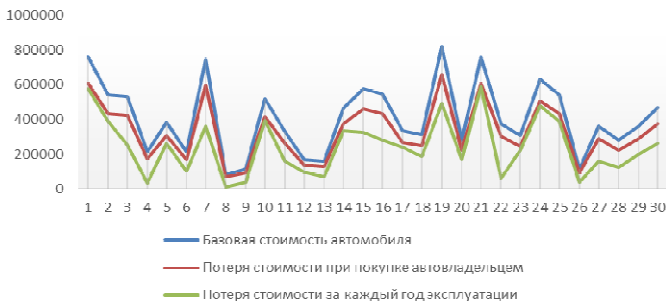


Рис. 2. Динамика изменения стоимости автомобиля в период эксплуатации

Рассчитаем стоимость автомобиля для остаточного ресурса:

$$C_{OP} = \frac{C_H(T_H - T_Э)}{T_H}, \quad (1)$$

$$C_{OP} = \frac{540\,000(500\,000 - 58\,000)}{500\,000} = 477\,360 \text{ руб.},$$

$$C_{OP} = \frac{530\,000(500\,000 - 185\,600)}{500\,000} = 333\,264 \text{ руб.},$$

$$C_{OP} = \frac{215\,000(500\,000 - 30\,600)}{500\,000} = 150\,500 \text{ руб.},$$

$$C_{OP} = \frac{385\,000(500\,000 - 8\,459)}{500\,000} = 361\,900 \text{ руб.}$$

В результате расчета можно видеть, что фактический результат не соответствует реальному рынку возможности оценки автомобиля, эксплуатируемого более трех лет.

Следует учитывать психологические характеристики покупателя, для которого соотношение цены 760 000/725 000 руб. не является принципиальным, а если учитывать автомобиль с более ранним годом выпуска, то можно заметить уже более существенную разницу в цене 530 000/333 264 руб. [7].

В сложившейся конъюнктуре рынка многие сервисы предпринимают организационные и управленческие шаги на соответствие требованиям потребителей, но динамика развития данной сферы услуг требует инновационных подходов.

Библиографический список

1. Беленов О.Н., Анучин А.А. Конкурентоспособность стран и регионов: учеб. пособие. – М.: КНОРУС, 2011. – 144 с.

2. Варнавский В.Г. Партнерство государства и частного сектора. – М.: Наука, 2005.

3. Глаголев С.Н., Севрюгина Н.С., Конев А.А. Кластерный анализ и его использование в вопросах развития придорожного сервиса на примере Белгородской области // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса: материалы междунар. науч.-практ. конф. / Госуниверситет – УНПК. – Орел, 2013. – С. 206–210.

4. Глаголев С.Н., Конев А.А. Методика комплексной оценки качества сервисных услуг автомобильного транспорта на примере Белгородского региона // Автотранспортное предприятие. – 2013. – № 8. – С. 45–49.

5. Формирование придорожных сервисных комплексов как компонента транспортно-логистического кластера в общей системе инновационного развития региона / С.Н. Глаголев, Н.С. Севрюгина, Н.В. Козлова, А.А. Конев // Автотранспортное предприятие. – 2012. – № 11. – С. 42–44.

6. Глаголев С.Н., Севрюгина Н.С. Эффективность функционирования системы «владелец-автомобиль-сервис» как результат выбора ее акцентуруемой компоненты // Автомобильная промышленность. – 2012. – № 6. – С. 10–11.

7. Математическая модель эффективности развития территорий региона при формировании кластеров придорожного сервиса / С.Н. Глаголев, Н.С. Севрюгина, Н.В. Козлова, А.А. Конев // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. – № 3(42). – С. 121–125.

ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Студент А.Г. Алавердян

Российский новый университет, г. Москва

Аспирант Я.А. Мишин

Воронежский институт высоких технологий

Показана возможность построения моделей объектов, которые имеют максимальные средние значения характеристик рассеяния при определенных секторах углов наблюдения. С использованием разработанного алгоритма осуществлен расчет зависимостей характерных размеров полой структуры с максимальными средними значениями характеристик рассеяния.

Ключевые слова: полая структура; оптимизация; характеристики рассеяния.

ABOUT THE DEVOTING A ISOTROPIC SOURCE ON THE SURFACE OF COMPLEX OBJECTS

Student A.G. Alaverdyan

Russian New University, Moscow

Graduate Student Ya.A. Mishin

Voronezh Institute of High Technologies

The paper shows the possibility of constructing models of objects that have a maximum average values of the characteristics of scattering at a certain sector of angles. Using the developed algorithm calculates the dependencies of the characteristic dimensions of a hollow structure with a maximum average values of the characteristics of scattering.

Keywords: hollow structure; optimization; characteristics of scattering.

Введение. Проведение процессов моделирования рассеяния электромагнитных волн на различных объектах сложной формы имеет большое значение в связи с необходимостью решения задач радиолокационного распознавания и задач электромагнитной совместимости и т.д. [1–3].

На настоящий момент известно большое число моделей, на основе которых, в том числе и с привлечением аналитических формул, можно проводить оценки характеристик рассеяния различных объектов [4, 5].

Для определенных условий необходимо иметь информацию не об угловых зависимостях характеристик рассеяния, а об их средних значениях в заданных секторах углов наблюдения [6]. В различных литера-

турных источниках можно найти данные по средним значениям ЭПР (эффективной площади рассеяния) по объектам простой формы (диск, пластина и др.) [5, 6]. Но для общего случая при расчете характеристик рассеяния необходимо использовать численные методы [3].

Представляет интерес провести разработку достаточно простой модели расчета размеров объекта, имеющего максимальные средние значения характеристик рассеяния для определенного сектора углов наблюдения.

Модель. Мы будем использовать следующую модель расчета. Выделяем на объекте определенную его часть. Пусть общая длина контура на этой части (в трехмерном случае мы рассматриваем площадь поверхности) равна L_a . Выделяем для этого контура участок, который имеет характерный размер a .

Указанный подход можно применять, например, для объектов, имеющих симметрию [7], или для случая, когда анализируемый сектор углов наблюдения находится вблизи к нормали к рассматриваемым участкам. Построение модели расчета размеров объекта, имеющего максимальные средние значения характеристик рассеяния, мы проведем для полой структуры. В состав современных объектов техники входит большое число полых структур, причем мощность вторичного излучения таких элементов может быть, весьма значительной [1, 8]. Мы будем рассматривать двумерную модель. Из литературных источников известно, что двумерную модель полых структур можно применять при оценке характеристик рассеяния полых структур, имеющих прямоугольное поперечное сечение [9, 10].

Пусть размер апертуры полой структуры равен b , длина L (рис. 1). Нагрузка полой структуры имеет форму, изображенную на рисунке, на ней можно выделить характерный размер b , тогда общая величина контура нагрузки $L_a = b / (\cos \varphi) + 2L$. В качестве характерного параметра выберем размер апертуры b . Требуется найти b и L_a , для которых средняя ЭПР в определенных секторах углов $\Delta\theta$ имеет максимальные значения. При решении задачи угол θ отсчитываем от нормали к апертуре полой структуры. При анализе характеристик рассеяния сектор углов наблюдения изменялся в достаточно больших пределах: $5^\circ \leq \Delta\theta \leq 90^\circ$, мы рассматривали область передней полусферы. Характеристики рассеяния рассчитывались на основе метода интегральных уравнений [11].

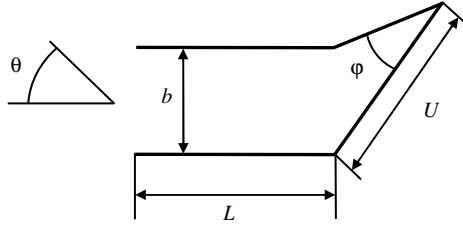


Рис. 1. Схема рассеяния электромагнитных волн на полой структуре с размером апертуры b и длиной L , нагрузка имеет наклон под углом ϕ

Для уравнения Фредгольма первого рода, содержащего плотность неизвестного электрического тока при Е-поляризации [11], можно записать следующее выражение:

$$\frac{\omega \cdot \mu}{4} \cdot \int_{\alpha}^{\beta} j(t) \cdot H_0^2[k \cdot L_0(\tau, t)] \cdot \sqrt{\xi'^2(t) + \eta'^2(t)} dt = E_z^0(\tau), \quad \alpha \leq \tau \leq \beta, \quad (1)$$

где $L_0(\tau, t)$ – представляет собой расстояние между точкой наблюдения и точкой интегрирования, $L_0(\tau, t) = \sqrt{[\xi(\tau) - \xi(t)]^2 + [\eta(\tau) - \eta(t)]^2}$; $E_z^0(\tau)$ – обозначает продольную составляющую напряженности первичного электрического поля для точки, находящейся на контуре. Контур задан в параметрической форме: $x = \xi(t)$, $y = \eta(t)$, $\alpha \leq t \leq \beta$, а $\xi'(t)$, $\eta'(t)$ представляют собой первые производные соответствующих функций, $k = 2 \cdot \pi / \lambda$, λ – длина падающей электромагнитной волны.

Уравнение (1) решается на основе метода моментов. Мы находим продольные электрические токи, имеющие плотность:

$$\vec{j} = \vec{z} \cdot j(t), \quad \alpha \leq t \leq \beta. \quad (2)$$

Двумерную ЭПР полой структуры можно найти, исходя из следующего выражения:

$$\sigma(\phi) = (60 \cdot \pi)^2 \cdot k \cdot |D(\phi)|^2, \quad (3)$$

где $D(\phi) = \int_{\alpha}^{\beta} j(t) \cdot \sqrt{\xi'^2(t) + \eta'^2(t)} \cdot \exp(i \cdot k \cdot d(t, \phi)) dt$,

$$d(t, \phi) = \xi(t) \cdot \cos(\phi) + \eta(t) \cdot \sin(\phi).$$

Среднюю ЭПР мы вычисляем, основываясь на следующем выражении:

$$\bar{\sigma} = \sum_{i=0}^N \frac{\sigma(\theta_i)}{N+1}, \quad (4)$$

где $\sigma(\theta_i)$ – величина ЭПР для угла наблюдения θ_i .

Задачу определения b и L_a , которые дают максимальную среднюю ЭПР в заданных секторах углов наблюдения, мы решали следующим образом. задается значение сектора углов наблюдения $\Delta\theta$. Для разных значений L_a определяются значения апертуры b . Функция $\bar{\sigma} = \bar{\sigma}(b, L_a)$ является многоэкстремальной, связи с этим при проведении расчетов L_a мы применяли метод сеток [12] с последовательным сужением области определяемых значений. По каждому участку сетки мы применяли муравьиный алгоритм [13, 14].

В нем используется правило перехода: муравей, который находится в точке r , будет делать выбор следующей точки s , основываясь на следующих уравнениях:

$$s = \arg \max_{u \in J_k(r)} \{[\tau(r, u)][\eta(r, u)]^\beta\}, \quad q < q_0, \quad (5)$$

где $J_k(r)$ представляет собой то множество ячеек в сетке, которые требуются, чтобы муравей k посетил, он расположен в точке сетки r , $\tau(r, s)$ представляет собой меру феромона, $\eta(r, u) = 1/\delta(r, u)$, причем вес $\delta(r, u)$ выбирается в виде расстояния между точками, буквой q мы обозначаем случайную величину, q_0 – это параметр ($0 \leq q \leq 1$, $0 \leq q_0 \leq 1$).

В том случае, когда $q \geq q_0$, муравей будет проводить выбор следующей точки в соответствии со следующим уравнением:

$$p_k(r, s) = \frac{[\tau(r, s)] \cdot [\eta(r, s)]^\beta}{\sum_{u \in J_k(r)} [\tau(r, u)] \cdot [\eta(r, u)]^\beta}, \quad \text{если } s \in J_k(r), \quad (6)$$

где $p_k(r, s)$ обозначена вероятность того, что точка s будет выбрана муравьем k , который расположен в точке r .

Используется правило локального обновления:

$$\tau(r, s) \leftarrow (1 - \rho) \cdot \tau(r, s) + \rho \cdot \Delta\tau(r, s), \quad (7)$$

где ρ – локальный параметр, $0 > \rho > 1$, $\Delta\tau(r,s)$ представляет собой сумму феромона, который оставлен муравьями.

Есть соответствие глобального правила обновления и следующего уравнения:

$$\tau(r,s) \leftarrow (1-\alpha) \cdot \tau(r,s) + \alpha \cdot \Delta\tau(r,s), \quad (8)$$

где α – глобальный параметр, $0 > \alpha > 1$, $\Delta\tau(r,s) = 1/\text{лучшая}$ глобальная длина в том случае, если есть принадлежность отрезка (r,s) этой длине.

Результаты. На рис. 2 приведены зависимости длины контура L_a от значения апертуры b полой структуры, при которых может быть достигнута максимальная средняя ЭПР $\bar{\sigma} = \bar{\sigma}(b, L_a)$.

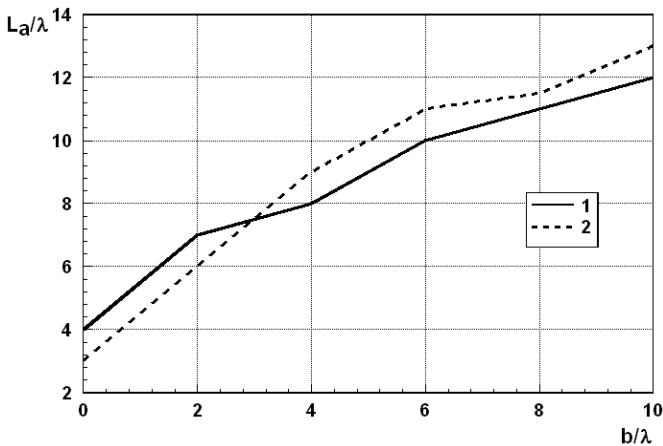


Рис. 2. Зависимость длины контура полой структуры L_a (см. рис. 1) от значения размеров апертуры b при максимальном значении средней ЭПР в секторе углов $\Delta\theta = 5^\circ$ (кривая 1), $\Delta\theta = 15^\circ$ (кривая 2) при значении угла $\varphi = 20^\circ$

Закключение. На основе рассмотренной модели в работе показана возможность определения характерных размеров объекта, имеющего максимальные средние значения характеристик рассеяния на примере полой структуры. На основе полученных результатов можно проводить проектирование объектов, имеющих низкий уровень вторичного электромагнитного излучения.

Библиографический список

1. Стайнберг Б.Д., Карлсон Д.Л., Ву Сэн Ли. Экспериментальное определение ЭПО отдельных отражающих частей самолета // ТИИЭР. – 1989. – № 5. – С. 35–42.
2. Численные методы теории дифракции: сб. статей: пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 200 с.
3. Вычислительные методы в электродинамике / под ред. Р. Митры. – М.: Мир, 1977 – 485 с.
4. Кобак В.О. Радиолокационные отражатели. – М.: Советское радио, 1975. – 248 с.
5. Методы радиолокационного распознавания и их моделирование / Я.Д. Ширман., С.А. Горшков, С.П. Лещенко, Г.Д. Братченко, В.М. Орленко // Зарубежная радиоэлектроника. – 1996. – № 11. – С. 3–63.
6. Штагер Е.А., Чаевский Е.Н. Рассеяние волн на телах сложной формы. – М.: Советское радио, 1974. – 240 с.
7. Васильев Е.Н. Возбуждение тел вращения. – М.: Радио и связь, 1987. – 272 с.
8. Преображенский А.П. Моделирование и алгоритмизация анализа дифракционных структур в САПР радиолокационных антенн. – Воронеж: Научная книга, 2007. – 248 с.
9. Преображенский А.П. Оценка возможностей комбинированной методики для расчета ЭПР двумерных идеально проводящих полостей // Телекоммуникации. – 2003. – № 11. – С. 37–40.
10. Ling H. RCS of waveguide cavities: a hybrid boundary-integral/modal approach // IEEE Trans. Antennas Propagat. – 1990. – Vol. AP-38, № 9. – P. 1413–1420.
11. Захаров Е.В., Пименов Ю.В. Численный анализ дифракции радиоволн. – М.: Наука, 1986. – 184 с.
12. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1988. – 552 с.
13. Hozefa M. Botee, Bonabeau E. Evolving ant colony optimization // Adv. Complex Systems. – 1998. – № 1. – P. 149–159.
14. Doring M., Maniezo V. and Colorni A. The ant system: Optimization by a colony of cooperating agents // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. – Part B. – № 1. – P. 29–41.

О ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ТРЕБУЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Студент А.Г. Алавердян

Российский новый университет, г. Москва

Аспирант Я.А. Мишин

Воронежский институт высоких технологий

В работе обсуждаются особенности создания моделей технического оборудования. Дана принципиальная схема контроля производства элементов технического оборудования.

Ключевые слова: техническое оборудование; оптимизация.

ON THE CONSTRUCTION OF MODELS OF TECHNICAL EQUIPMENT WITH REQUIRED PARAMETERS

Student A.G. Alaverdyan

Russian New University, Moscow

Graduate Student Ya.A. Mishin

Voronezh Institute of High Technologies

In this work, peculiarities of creation of models of technical equipment. Given a schematic diagram of the control of the production of items of technical equipment.

Keywords: technical equipment; optimization.

Техническое оборудование состоит из множества соединенных между собой элементов. Одной из особенностей формирования технического оборудования является уменьшение размеров изготавливаемых элементов при одновременном увеличении числа элементов, что дает возможности для варьирования параметров.

Технологические процессы, связанные с производством технического оборудования, состоят из сотен последовательных операций по формированию соответствующих элементов. Главной технологической задачей является формирование этих элементов с наиболее высокой точностью.

Этого можно достичь использованием различных адаптивных методов в алгоритмах управления технологическими процессами: проводится учет неконтролируемых параметров на технологическом процессе и на каждой операции [1].

Общая модель технологического процесса – это последовательность частных моделей, описывающих все технологические операции.

При производстве технического оборудования необходимо составить модель технологического оборудования или отдельной операции в целом для использования в алгоритме управления.

Данная модель в дальнейшем будет корректироваться в ходе опытной отработки оборудования, а также с учетом конкретных технических требований для конкретного изделия.

Управление технологическим процессом позволяет создать алгоритмы выбора, уточнения и корректировки режимов работы для улучшения качества изготавливаемой продукции и уменьшения процентного выхода негодных изделий.

Главным показателем эффективности технологических процессов производства технического оборудования является значение показателя выхода годных изделий, что, в свою очередь, зависит от стабильности условий производства (качества исходных материалов, налаженности технологических процессов, правильности технологии контроля и т.д.).

Процесс изготовления технического оборудования является, по существу, последовательным переходом из одного состояния в другое по некоторой траектории [3–6].

Поскольку целью проведения технологических процессов является получение заданных характеристик производимых элементов технического оборудования, то для управления режимами производства и технологическим процессом необходимо получить несколько (множество) функций (траекторий), позволяющих это осуществить: происходит коррекция (подстройка) по конечному состоянию. Фактически необходимо решить задачу траекторного управления, т.е. найти оптимальное решение из множества с учетом заданных характеристик изготавливаемого элемента. Исходными данными при разработке системы управления является некоторая базовая технология производства элемента. Выбор такой технологии означает, что существует последовательность технологических операций и установлены ограничения на управляющие переменные.

Принципиальная схема процесса контроля производства элементов технического оборудования приведена на рисунке: до и после каждой технологической операции n ($n = 0, 1, 2 \dots m$) подсистемой сбора данных технологического процесса (системой датчиков и контрольно-измерительных приборов) в систему управления передаются значения входных выходных параметров:

$$\sum_{j=1}^l X_{jn} = \{x_{1n}, x_{2n}, \dots, x_{ln}\}, \quad (1)$$

и

$$\sum_{i=1}^k Y_{in} = \{y_{1n}, y_{2n}, \dots, y_{kn}\}, \quad i = 1 \dots k, j = 1 \dots l, \quad (2)$$

для каждой операции n .

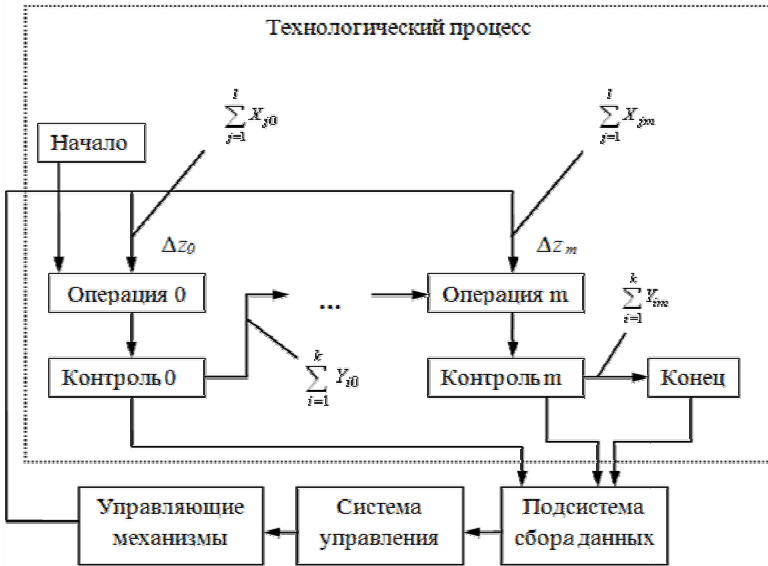


Рис. Принципиальная схема контроля производства элементов технического оборудования

Если в настоящий момент времени значение $\sum_{i=1}^k Y_{in}$ не соответствует заданному значению, система управления с помощью управляющих механизмов вырабатывает управляющее воздействие на процесс:

$$\Delta Z_n = \{\Delta z_1, \Delta z_2, \dots, \Delta z_m\}$$

с целью изменить значение выходных параметров $\sum_{i=1}^k Y_{in}$ на близкое к заданному.

Библиографический список

1. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. – М.: Высшая школа, 2003. – 287 с.
2. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов. – М.: Академия, 2013. – 352 с.
3. Чопоров О.Н., Чупеев А.Н., Брегеда С.Ю. Методы анализа значимости показателей при классификационном и прогностическом моделировании // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2008. – Т. 4. – № 9. – С. 92–94.
4. Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 108–110.
5. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Построение объектно-семантической модели системы управления // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 29–30.
6. Фомина Ю.А., Преображенский Ю.П. Принципы индексации информации в поисковых системах // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2010. – № 7. – С. 98–100.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА, ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Студент А.Г. Алавердян

Российский новый университет, г. Москва

Аспирант Я.А. Мишин

Воронежский институт высоких технологий

В работе рассматриваются характеристики обучающей программы. Приведены основные ее формы.

Ключевые слова: образование; программа.

A COMPUTER PROGRAM DESIGNED FOR THE CONTROL OF KNOWLEDGE

Student A.G. Alaverdyan

Russian New University, Moscow

Graduate Student Ya.A. Mishin

Voronezh Institute of High Technologies

The paper considers the characteristics of the training program. Its basic forms are given.

Keywords: education; program.

Системные требования к разработанной программе «LAN Models», следующие: операционная система семейства Windows (не ниже 7); процессор частотой не менее 3,0 ГГц; оперативная память не менее 1512 Мб; разрешение экрана не менее 800×600; клавиатура, мышь.

В главном меню программы, которое располагается сверху, можно выбрать пункт меню «Библиотеки», который раскроет вниз подменю с двумя пунктами: «Библиотека сетевой активности» и «Библиотека оборудования». В библиотеке сетевой активности (рис. 1) хранятся описания сетевых программ и сетевых задач с указанием их требований к сетевым ресурсам [1, 2]. В эту библиотеку можно самостоятельно заносить новые виды сетевой деятельности, оформлять их иконками (которые впоследствии будут использованы для визуализации имитации работы компьютерной сети) и описанием [3, 4].

В библиотеке оборудования (рис. 2) хранятся описания и характеристики различного сетевого оборудования, рабочих станций и серверов. Оборудование разбито по следующим категориям: рабочие станции, серверы, маршрутизаторы, модемы, свитчи, принтеры, сканеры [5, 6].

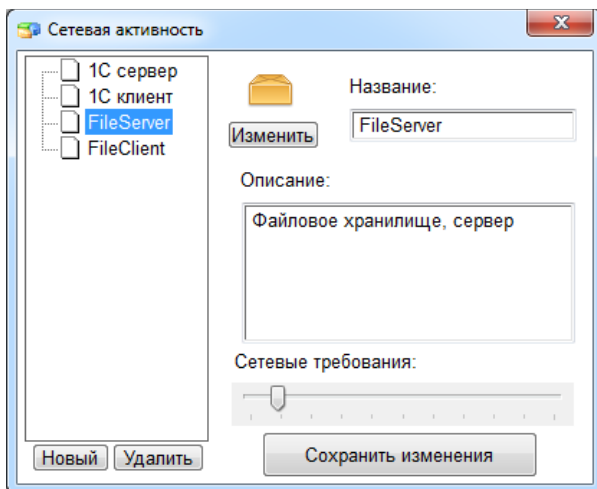


Рис. 1. Библиотека сетевой активности

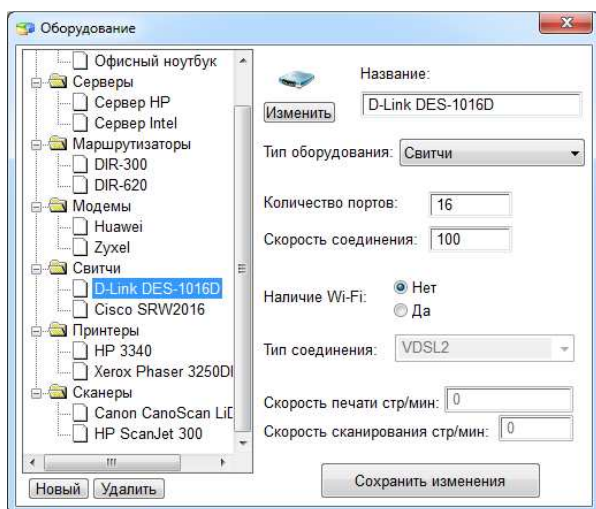


Рис. 2. Библиотека оборудования

На рис. 3 показано рабочее поле программы «Simulation Analysis». Вверху расположены необходимые для моделирования инструменты: выбор оборудования, статистика имитации, управление имитацией.

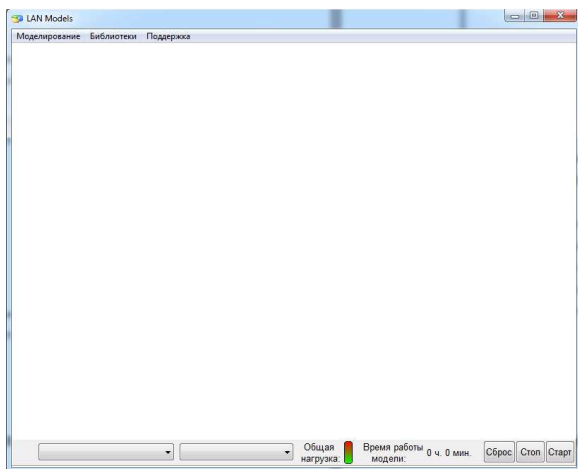


Рис. 3. Рабочее поле программы

При выборе нужного типа оборудования в правом выпадающем списке в левом отобразятся все устройства заданной категории. При выборе устройства слева от выпадающего списка появится иконка этого устройства. Теперь, когда выбрано желаемое устройство, можно разместить его на рабочем поле двойным щелчком левой мыши (рис. 4).

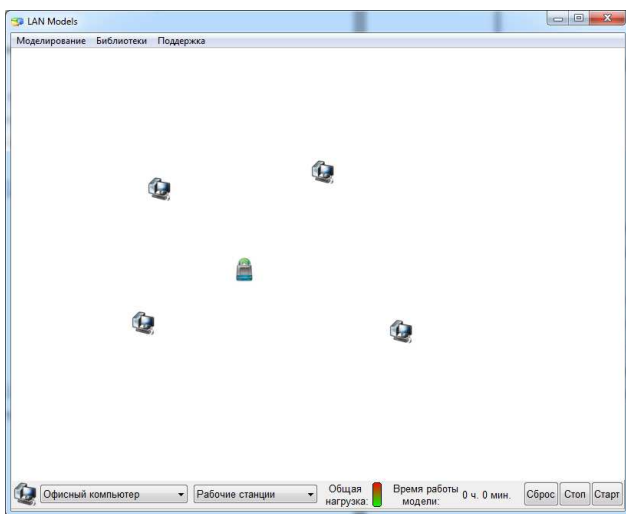


Рис. 4. На рабочем поле размещено устройство

После того как разместите все нужные устройства, вы можете их соединить. Для этого нужно всего лишь щелкнуть по выбранному устройству левой кнопкой мыши, при этом появится линия от этого устройства до указателя мышки, а затем щелкнуть левой кнопкой мыши по второму устройству, с которым вы хотите соединить первое. Таким образом вы можете объединить устройства в полноценную сеть с маршрутизаторами, рабочими станциями, серверами и другим оборудованием (рис. 5). Теперь необходимо задать всем нужным устройствам сетевую активность. Если щелкнуть по устройству правой кнопкой мыши, то появится контекстное меню (рис. 6). Это устройство можно переместить, удалить или показать его свойства.

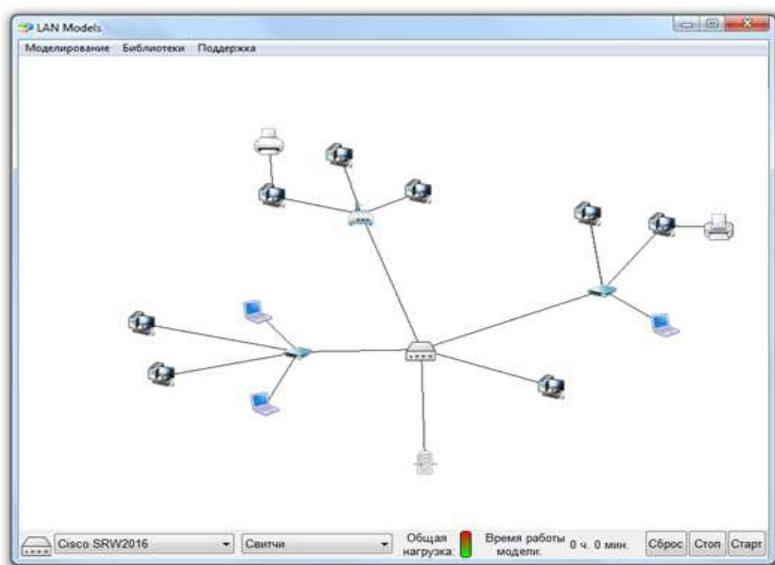


Рис. 5. Пример смоделированной компьютерной сети

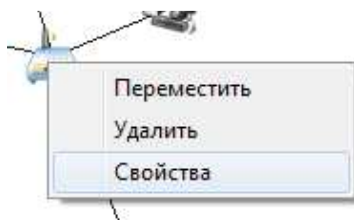


Рис. 6. Контекстное меню устройства

В окне свойств показывается информация об этом устройстве, его параметры и характеристики. Здесь же можно задать ему сетевую активность (рис.7).

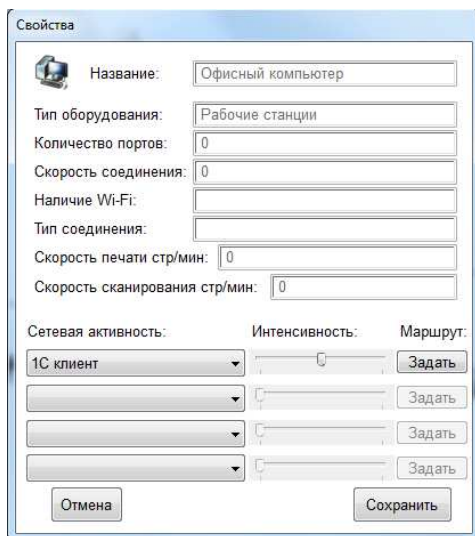


Рис. 7. Окно свойства устройства

Каждому устройству можно задать до четырех пунктов сетевой активности. Для этого нужно щелкнуть по нужному выпадающему списку и выбрать нужную сетевую активность. Это может быть клиент или сервер 1С, обмен файлами, подключение к удаленному рабочему столу – словом, все, что есть в библиотеке сетевой активности. Выбранной сетевой активности можно задать ее интенсивность: если предполагается, что работа, например, в сетевой 1С будет вестись без перерыва, то выбираем большую интенсивность. Здесь же можно задать конечную точку маршрута пакета – для более детальной симуляции (рис. 8).

После того, как всем необходимым устройствам будет назначена сетевая активность, можно приступить к самому процессу имитации работы смоделированной нами компьютерной сети. В правой части верхней панели инструментов пользователю доступны управляющие кнопки. Можно запустить, приостановить и сбросить имитацию. Слева от кнопок будет показана статистика (оценка общей загруженности сети) и имитируемое время работы. Во время имитации работы вычислительной сети, пользователь может в режиме реального вре-

мени наблюдать за сетевой активностью, это выражается в пакетах, которые устройства пересылают друг другу. Все это создает нагрузку на сетевое оборудование.

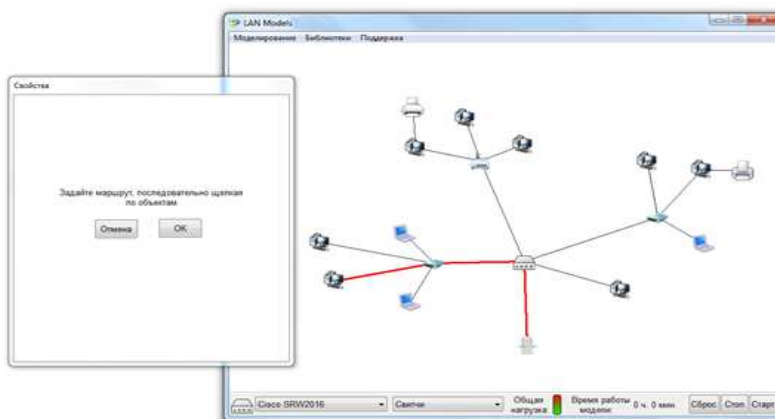


Рис. 8. Маршрут выбранной сетевой активности

В режиме реального времени также можно посмотреть на текущий уровень нагрузки того или иного устройства (рис. 9).

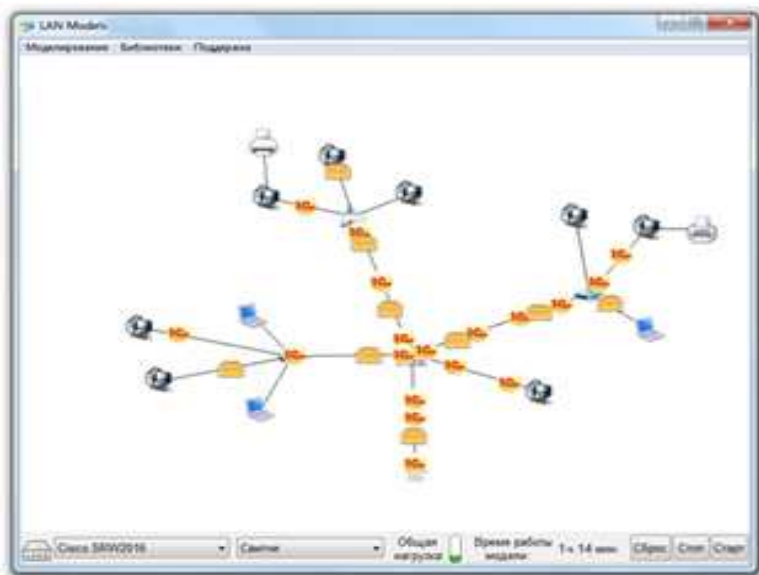


Рис. 9. Имитация работы сети в действии

Для того чтобы посмотреть обобщенный отчет о результатах имитации работы компьютерной сети, нужно нажать кнопку «Стоп». После этого появится окно с предложением посмотреть отчет. Нужно щелкнуть на кнопке «Да». Появится обобщенный отчет с результатами имитации (рис. 10).

Общее время имитации работы сети: 3 ч. 59 мин.

Название	Средняя нагрузка	Макс. нагрузка
Офисный компьютер	0 %	0 %
Офисный ноутбук	0 %	0 %
Офисный ноутбук	0 %	0 %
Офисный компьютер	2 %	4.4 %
Офисный компьютер	2 %	4.4 %
Офисный компьютер	0 %	0 %
Офисный компьютер	2 %	4.4 %
Офисный компьютер	0 %	0 %
Офисный компьютер	0 %	0 %
Офисный ноутбук	0 %	0 %
Сервер HP	14 %	19.9 %
DIR-620	7 %	11 %
D-Link DES-1016D	9 %	12.4 %
D-Link DES-1016D	5 %	6.6 %
Cisco SRW2016	14 %	19.9 %
HP 3340	0 %	0 %
Xerox Phaser 3250DN	0 %	0 %

Печать Закрыть

Рис. 10. Результаты имитации работы сети

Заключение. В работе описан подход к имитационному моделированию архитектуры и передачи данных в вычислительных сетях. Этот подход целесообразно использовать для сложных задач проектирования сетей и анализа потоков трафика или совмещать описанный подход с аналитическим моделированием (применяя аналитические методы для расчета некоторых характеристик и используя эти результаты для имитационного моделирования). Была разработана компьютерная программа, которая позволяет моделировать структуру и работу вычислительной сети, исследовать в режиме реального времени или в ускоренном режиме нагрузки на узлы сети и выявлять слабые сегменты сети.

Библиографический список

1. Тарасов В.П. Вероятностное компьютерное моделирование сложных систем для анализа их производительности: дис. д-ра техн. наук. – Оренбург, 2002.
2. Олифер Н.А., Олифер В.Г Средства анализа и оптимизации локальных сетей [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.citforum.ru/nets/optimize/index.shtml> (дата обращения: 10.10.2016).
3. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Некоторые аспекты информатизации образовательных учреждений и развития медиакомпетентности преподавателей и руководителей // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2013. – Т. 9. – № 5-2. – С. 134–136.
4. Львович И.Я., Преображенский А.П. О характеристиках обучающих систем // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2013. – № 11. – С. 179–180.
5. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Медиакомпетентность современного педагога // Среднее профессиональное образование. – 2013. – № 12. – С. 43–45.
6. Сыщикова Д.С. О возможностях использования мультимедийной техники в образовательном процессе // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 111–112.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МЕНЕДЖЕРОВ ПО ПРИЕМУ ЗАЯВОК

Студент А.Г. Алавердян

Российский новый университет, г. Москва

Аспирант Я.А. Мишин

Воронежский институт высоких технологий

Описана разработка автоматизированной системы по обработке заявок. Эта система может использоваться менеджерами при работе.

Ключевые слова: система; заявки; менеджер.

AUTOMATED SYSTEM FOR MANAGERS FOR RECEIPT OF REQUESTS

Student A.G. Alaverdyan

Russian New University, Moscow

Graduate Student Ya.A. Mishin

Voronezh Institute of High Technologies

The paper relates to the development of an automated system for processing applications. This system can be used by managers during their work.

Keywords: system; applications; manager.

В современном мире перед любой организацией, независимо от того, является ли она государственной или частной, стоит задача накопления и обработки огромных объемов данных о своей деятельности. До массового распространения ЭВМ необходимость решения этой задачи породила огромный бумажный документооборот, требовавший существенных затрат трудовых и материальных ресурсов. Качественный прорыв в этой области произошел после внедрения информационных технологий [1, 2].

Целью данной работы является разработка веб-приложения, предназначенного для использования в качестве программной основы для автоматизированных рабочих мест. Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие основные задачи:

1. Разработать архитектуру приложения, сформулировать техническое задание и функциональные требования к системе.
2. Определить модель данных приложения.
3. Разработать и реализовать интерфейсы пользователя и бизнес-логику приложения.

В соответствии с концепцией паттерна MVC наше приложение будет разделено на три функциональных слоя. Модель представляет логический слой персистентности, её будут реализовывать классы, построенные по концепции объектно-реляционного отображения (ORM). Каждой сущности из базы данных будет поставлен в соответствие Java-класс. Также данные классы будут инкапсулировать бизнес-логику приложения. Виды служат точками взаимодействия с пользователями, представляя графический интерфейс. Они будут представлены jsp-страницами. Контроллеры являются элементами управления приложения, реагируют на запросы пользователя. Реализуются сервлетами. Исходя из структуры пользователей приложения, оно будет разбито на четыре части – зоны, каждая из которых будет обслуживаться своим сервлетом. Зона операторов (рис. 1) – данная часть приложения предназначается для менеджеров. Функциональность данной зоны включает в себя возможность совершения следующих действий: редактирование клиентской базы; просмотр и редактирование информации по заявкам.

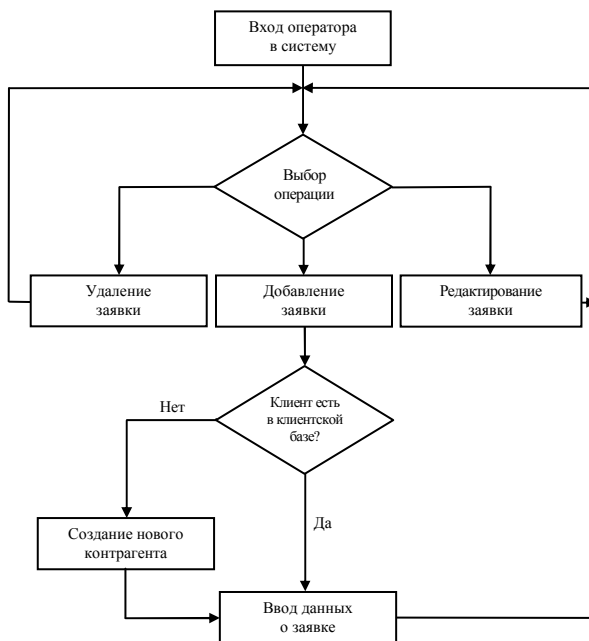


Рис. 1. Диаграмма действий сервлета зоны операторов

Зона для инженеров-ремонтников – в функциональность данной зоны входят возможности просмотра «своих» заявок специалистами (рис. 2), пометки их как выполненных. Зона для кладовщиков – кладовщики, работая с системой, могут просматривать поступившие к ним от инженеров заявки на выдачу необходимого оборудования и расходных материалов. Зона для руководителя отдела по ремонту техники – руководитель отдела может просматривать все данные (рис. 3), однако не может их редактировать [3, 4].

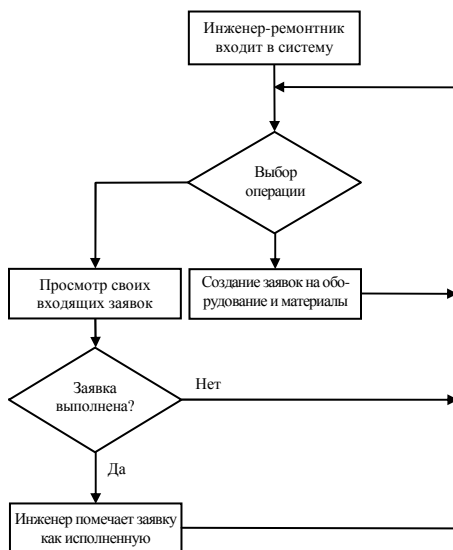


Рис. 2. Диаграмма действий сервлета зоны специалистов

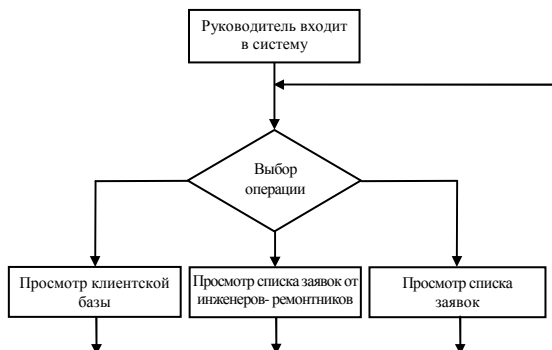


Рис. 3. Диаграмма действий сервлета зоны руководителя

Доступ к каждой части будет управляться средствами обеспечения безопасности сервера GlassFish. Разрабатываемое нами приложение построено на основе существующего в NetBeans шаблона Enterprise Application. При создании приложения в среде NetBeans созданы два модуля – `ejb` и `war`. Модуль `war` служит для создания пользовательского интерфейса, контейнер `ejb` используется для реализации бизнес-логики приложения. Воспользуемся программой MySQL Workbench и создадим базу данных для нашего приложения. Для этого можно использовать инструмент Forward Engineer, который на основе созданной нами ER-диаграммы сгенерирует и выполнит SQL-скрипт. Теперь в среде NetBeans установим соединение с сервером баз данных MySQL. Создадим новый проект Orders, в контейнере `ejb` которого создадим пакет `domain`, в котором будут находиться классы, описывающие сущности. Для этого выберем пакет `domain` и, создавая новый класс, выберем пункт «Создать классы сущностей из базы данных» (рис. 4).

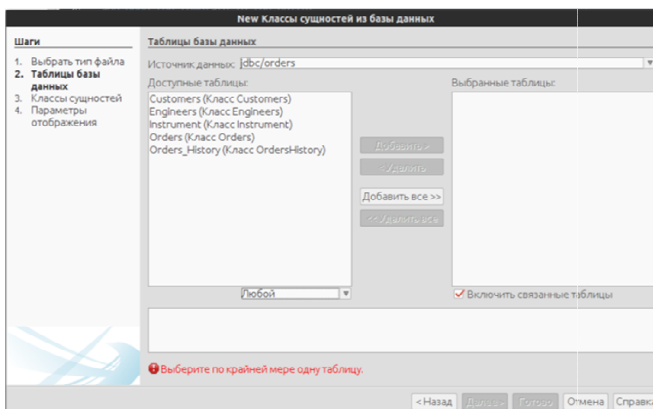


Рис. 4. Создание классов сущностей на основе таблиц БД

В результате мы получим пять классов сущностей: класс `Customers`, класс `Engineers`, класс `Instrument`, класс `Orders`, класс `OrdersHistory`.

Данные классы уже содержат в себе необходимые методы и конструкторы, а также именованные запросы. Теперь сконфигурируем модуль персистентности, в котором зададим имя источника данных – `jdbc/orders` и провайдера персистентности – `EclipseLink(JPA 2.1)`. Слой бизнес-логики отвечает за обработку запросов пользователей и управление представлениями, реализованными в виде `jsp`-страниц. Данный слой в разрабатываемом нами приложении состоит из четырех сервлетов. Основу слоя

представлений (видов) в разрабатываемом нами приложении составляют jsp-страницы. Страницы построены на основе блоков:

– блок заголовка – содержит название приложения, отображает логин пользователя. Также здесь находится кнопка, при активации которой происходит выход из приложения с последующим перенаправлением на страницу входа. Располагается вверху страницы;

– блок навигации – располагается слева, занимает 30 % ширины отображаемой страницы. Содержит элементы навигации по функциональным возможностям;

– блок рабочей области – здесь, в зависимости от выбранной в блоке навигации функциональности, находятся либо формы запросов, либо таблицы с результатами запросов.

Для описания оформления jsp-страниц используется файл style.css.

Заключение. Анализ работы фирмы показал, что для повышения эффективности работы специалистов необходимо внедрить программу, которая позволяет автоматизировать: систему исполнения заказов клиентов, систему заказа товара у поставщика, систему отчетности. В перспективе ожидается снижение затрат на приобретение товара у поставщика вследствие оптимизации системы управления товарными запасами. Из этого можно сделать вывод, что внедрение новой информационной системы не обеспечивает немедленного экономического роста, но способствует развитию фирмы, ее переходу на качественно более высокий уровень как в улучшении качества обслуживания клиентов, так и в прозрачности движения товара и капитала.

Библиографический список

1. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Некоторые аспекты информатизации образовательных учреждений и развития медиакомпетентности преподавателей и руководителей // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2013. – Т. 9. – № 5-2. – С. 134–136.

2. Львович И.Я., Преображенский А.П. О характеристиках обучающих систем // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2013. – № 11. – С. 179–180.

3. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Медиакомпетентность современного педагога // Среднее профессиональное образование. – 2013. – № 12. – С. 43–45.

4. Сыщикова Д.С. О возможностях использования мультимедийной техники в образовательном процессе // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 111–112.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

**Магистрант Р.Р. Гайнанов,
старший преподаватель Д.Б. Кузнецов**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В работе проводится исследование проблемы расчета требуемого аппаратного обеспечения для создания в университете виртуальной компьютерной лаборатории (ВКЛ). ВКЛ представляет собой вычислительную инфраструктуру, состоящую из серверов и основанную на концепции виртуализации. На данный момент не существует методов для вычисления необходимых физических ресурсов на основании заявок и способных учитывать различные динамические показатели. В работе описывается создаваемая модель и приводится ее расчет с использованием пакета оптимизации LINGO.

Ключевые слова: виртуализация; оптимизационное моделирование; учебный процесс; коллективное использование вычислительных ресурсов.

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL TO CREATE VIRTUAL COMPUTING LABORATORY

**Master Student R.R. Gainanov
Senior Lecturer D.B. Kuznecov**
Perm National Research Polytechnic University

In paper the research of a computation problem of requirement hardware to create of virtual computing laboratory (VCL) in University is carried out. VCL is a computing infrastructure consisting of servers based on the concept of virtualization. Now, there are no methods to calculate the necessary physical resources based on requests and are able to take into account different dynamic indicators. In paper the created model is described and her calculation with use of LINGO optimization package is given.

Keywords: virtualization; optimization modeling; study process; collaborative use of computing resources.

Компьютерная техника (процессоры, модули памяти, видеокарты и др.) практически не имеет физического износа, но в то же время, в связи с интенсивным развитием информационных технологий (ИТ), имеет место ускоренное моральное устаревание компьютеров. И перед руководителями ИТ-отделов иногда возникает задача модернизации существующего аппаратного обеспечения. Но если в качестве рабочих станций использовать «тонкие» клиенты, то работу можно

выполнять и на устаревших компьютерах, а все вычисления производить на многопроцессорных серверах.

Отдельно стоит упомянуть образовательный процесс в университете. Не секрет, что многие студенты предпочитают заниматься за своими ноутбуками, и при достаточном качестве беспроводного доступа в сеть необходимость в компьютерных классах снижается с каждым днем. Но многие дисциплины, особенно связанные с освоением информационных технологий и компьютерных наук, требуют для работы специализированное программное обеспечение (ПО), которое по причине распространения только по лицензиям или особенных аппаратных требований невозможно установить на личные компьютеры студентов. В таком случае возможен доступ к ПО через удаленное подключение к виртуальным машинам (ВМ), запущенным на серверах в университете.

Всем этим объясняется необходимость создания собственного вычислительного центра. Руководствуясь при создании такого центра исключительно интуицией, специалист может делать выводы только на основании ранее принятых решений. Неоптимальность решения, принимаемого на основе такого интуитивного представления, приводит к необоснованной трате средств и ресурсов. Построение экономико-математической модели позволит найти оптимальное решение, в данной ситуации – *оптимизировать вложение средств в вычислительное оборудование.*

Описание исходных данных. Вычислительный центр обладает некоторыми физическими ресурсами. По данным Gartner, средний уровень использования физических ресурсов составляет 18 %, причем для серверов на архитектуре x86 этот показатель понижается до 12 %. А оптимальный уровень загрузки составляет порядка 60–70 %. Это актуально как для коммерческих организаций, так и для образовательных учреждений в частности.

Виртуализация ресурсов и технология *oversubscription* (превышение выделенных виртуальных ресурсов над реально имеющимися физическими) позволяет достичь рационального использования вычислительных мощностей. Коэффициент *oversubscription* специалисты компании Dell для большинства задач предлагают считать приемлемым в следующих значениях [2]:

- для центрального процессора (CPU) – 1:5 (0,2);
- для оперативной памяти (RAM) – 1:2 (0,5);
- для дискового накопителя (HDD) – 1:1 (1,0).

Коэффициент 0,2 для CPU означает, что 1 физический CPU может обеспечивать работу 5 виртуальных. Таким образом, каждая VM характеризуется количеством виртуальных CPU, объемом виртуальной RAM (в МБ), размером виртуального HDD (в ГБ).

Виртуальные машины служат для выполнения некоторой задачи, связанной с практическими занятиями по некоторой дисциплине. Так как учебная нагрузка не постоянная, то было решено поделить учебный год на 4 части (квартала) и выделять ресурсы в пользование на один или более кварталов. Запросы формируются техническим специалистом на основании требований преподавателей, учебного плана и списка студентов по группам. Все требования агрегируются в таблицу следующего вида (таблица).

Пример описания выполняемых задач и требуемых ресурсов

№ п/п	Задача	ФИО	Дисциплина/проект	Группа	Q	Виртуальные ресурсы			
						N	CPU	RAM	HDD
1	Лабораторные и практические работы	Доцент Щапов В.А.	Высокопроизводительные ВС	ЭВТ-13-16	1	8	4	4096	20
					2	19	1	2048	10
					3				
					4				
2	Лабораторные и практические работы	Старший преподаватель Кузнецов Д.Б.	Операционные системы	АСУ-15-16	1				
					2				
					3	27	1	256	4
					4	27	1	256	4
3	Распознавание образов и анализ видеопотока	Доцент Курушин Д.С.	Многофункциональный роботизированный комплекс	-	1				
					2	2	4	8192	50
					3				
					4				
4	...	...	...	...	1	...	...	...	...
					2	...	...	...	...
					3	...	...	...	...
					4	...	...	...	...

Таким образом, стоимость создания виртуальной компьютерной лаборатории напрямую зависит от количества запрошенных ресурсов. Чтобы вычислить общую стоимость, необходимо выяснить стоимость единицы физического ресурса. Для этого были проанализированы источники [3] и получена усредненная стоимость единицы ресурса: CPU: ср. цена 1 ядра = 200 \$; RAM: ср. цена 1 ГБ = 6 \$; HDD: ср. цена 1 ТБ = 56 \$.

Также было выяснено, что эта стоимость может быть принята для различного объема ресурса.

Построение математической модели. Для ситуации, связанной с построением вычислительной инфраструктуры, предложена следующая модель с учетом имеющегося оборудования и его вычислительной нагрузки (1)–(2).

Так как целью данной работы является оптимизация затрат на покупку оборудования, то в качестве критерия было принято считать минимизацию итоговой стоимости необходимых физических ресурсов:

$$f(X) = \sum_{i=1}^3 C_i X_i \rightarrow \min, \quad i = \overline{1,3}, \quad (1)$$

где C_i – средняя стоимость единицы i -го ресурса; X_i – количество i -го ресурса.

И как было упомянуто выше, необходимое количество физических ресурсов ограничено требованиями в виртуальных ресурсах. Следовательно, задача состоит в определении значений переменных, X_i , удовлетворяющих условию:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{X_i}{K_i} \geq \max_k \left(\sum_{j=1}^n N_{ijk} V_{ijk} \right) - \frac{E_i}{K_i}, \quad i = \overline{1,3}, \quad j = \overline{1,n}, \quad k = \overline{1,4}, \\ \forall X_i \geq 0, \\ \forall X_i \in Z, \end{array} \right. \quad (2)$$

где K_i – значение коэффициента oversubscription для i -го ресурса, $K_i = (0,1]$, N_{ijk} – необходимое количество виртуальных машин для j -й задачи для k -го квартала, V_{ijk} – необходимое количество i -го ресурса для j -й задачи для k -го квартала, E_{ijk} – имеющееся количество i -го ресурса.

Выбор метода решения. Нетрудно видеть, что построенная модель задачи является нелинейной. Простым преобразованием их можно привести к линейному виду: достаточно исключить из ограничений взятие максимума, заменив его неравенствами (4):

$$f(X) = \sum_{i=1}^3 C_i X_i \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{X_i}{K_i} \geq \sum_{j=1}^n N_{ij} V_{ij} - \frac{E_i}{K_i}, \\ \frac{X_i}{K_i} \geq \sum_{j=1}^n N_{ij} V_{ij} - \frac{E_i}{K_i}, \\ \frac{X_i}{K_i} \geq \sum_{j=1}^n N_{ij} V_{ij} - \frac{E_i}{K_i}, \quad j = \overline{1, n}, \\ \frac{X_i}{K_i} \geq \sum_{j=1}^n N_{ij} V_{ij} - \frac{E_i}{K_i}, \\ \forall X_i \geq 0, \\ \forall X_i \in Z. \end{array} \right. \quad (4)$$

Не стоит забывать про ограничение целочисленности, накладываемое на переменную X_i . Для решения таких задач применяются различные подходы. Из точных методов можно назвать следующие: методы отсечений, метод ветвей и границ, метод построения последовательности планов и др. [4].

Существуют различные математические пакеты, позволяющие решать задачи оптимизации. Одним из таких является пакет математического программирования LINGO [5]. Он имеет встроенный мощный гибкий язык математического описания задач оптимизации, позволяющий представлять модель задачи в компактной форме с последующим решением встроенным решателем или решателями [6].

В итоге была создана программа в LINGO16 и получен следующий результат (листинг 1).

Листинг 1. Результат расчета модели в пакете математического программирования LINGO16:

```
Global optimal solution found.
Objective value:
5938.000
.....
```

Summary required of virtual resources over quarters			
	vCPU	vRAM (MB)	vHDD (GB)
Q1	70	83456	568
Q2	77	114176	638
Q3	101	82688	740
Q4	131	144128	1040
Max	131	144128	1040

 Required physical resources:
 CPU: 27 cores
 RAM: 71 GB
 HDD: 2 TB

Model Class: **PILP**
 Total variables: 3
 Nonlinear variables: 0
 Integer variables: 3
 Total constraints: 7
 Nonlinear constraints: 0
 Total nonzeros: 9
 Nonlinear nonzeros: 0

	Reduced Cost	Variable	Val-
		PRES_VOLUME(CPU)	
27.00000	200.0000		
		PRES_VOLUME(RAM)	
71.00000	6.000000		
		PRES_VOLUME(HDD)	
2.000000	56.00000		

.....

Surplus	Dual Price	Row	Slack or
		OBJ	
5938.000	-1.000000	17	
0.8000000	0.000000	18	
0.6250000	0.000000	19	
0.9843750	0.000000	20	
27.00000	0.000000	21	
71.00000	0.000000	22	
2.000000	0.000000		

Результат показывает, что LINGO воспринял модель как модель полностью целочисленного линейного программирования (PILP) и соответственно был найден глобальный минимум, равный 5938, который означает, что предварительная стоимость создания лаборатории составит 5938 долл. Также были найдены значения неизвестных переменных $X_i, i = \overline{1,3}$, которые представляют собой количество необходимых физических ресурсов: CPU: 27 cores; RAM: 71 GB; HDD: 2 TB.

Заключение. Разработанный в данной работе метод экономико-математического моделирования позволяет произвести расчет требуемых ресурсов на основании заявок и может быть применим в системах, аналогичных рассматриваемой системе. Описанная модель и проведенный расчет показывают на практике её применимость к рассмотренной ситуации. Полученный результат помогает в оптимальном выборе количества необходимых физических ресурсов для создания виртуальной компьютерной лаборатории на основании заявок на виртуальные ресурсы.

Библиографический список

1. Goasduff L., Pette C. Gartner Says Efficient Data Center Design Can Lead to 300 Percent Capacity Growth in 60 Percent Less Space [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gartner.com/newsroom/id/1472714> (дата обращения: 09.10.2016).
2. Lowe S.D. Best Practices for Oversubscription of CPU, Memory and Storage in vSphere Virtual Environments [Электронный ресурс]. – URL: <https://communities.vmware.com/servlet/JiveServlet/previewBody/21181-102-1-28328/vsphere-oversubscription-best-practices%5b1%5d.pdf> (дата обращения: 09.10.2016).
3. НИКС – Компьютерный Супермаркет [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nix.ru> (дата обращения: 09.10.2016).
4. Гольдштейн А.Л. Теория принятия решений. Задачи и методы исследования операций и принятия решений: учеб. пособие для вузов. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2004. – 360 с.
5. LINGO – Optimization Modeling Software for Linear, Nonlinear, and Integer Programming [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.lindo.com> (дата обращения: 09.10.2016).
6. Гольдштейн А.Л. Моделирование в LINGO // Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2016. – № 2. – С. 26–38.

СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ СЕРДЦА ПАЦИЕНТА

Аспирант А.С. Сергеенков,
канд. техн. наук, доцент А.В. Кузьмин
Пензенский государственный университет

В статье рассмотрены аспекты реализации динамической трехмерной модели сердца пациента с применением фреймворка *OGRE 3D*. Предлагаемая система позволит решить задачу визуализации сложных анатомических объектов с требуемой реалистичностью, а также позволит задать динамику изменений структуры изучаемого трехмерного объекта.

Ключевые слова: визуализация; трехмерная; динамическая; модель; сердце.

IMAGING SYSTEM DYNAMIC CHANGE OF GEOMETRIC PARAMETERS OF THREE-DIMENSIONAL MODEL OF HEART PATIENT

Graduate Student A.S. Sergeenkov,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.V. Kuzmin
Penza State University

This article discusses aspects of the implementation of the dynamic three-dimensional model of the patient's heart using *OGRE 3D* framework. The proposed system will solve the problem of visualization of complex anatomical objects with the required realism, and will set the dynamics of changes of the studied three-dimensional structure of the object.

Keywords: visualization; three-dimensional; dynamic; model; heart.

Для современного здравоохранения основную проблему представляют сердечно-сосудистые заболевания. По данным Всемирной организации здравоохранения, сердечно-сосудистые заболевания занимают первое место в мире по причинам смертности [1]. Одним из важных аспектов использования современных информационных технологий с точки зрения функциональной диагностики является возможность визуализации состояния сердца.

Сердце – сложный анатомический объект, представляющий собой сложнопolygonальную модель. Для реализации подобной модели необходима объектно-ориентированная графическая библиотека. К такой библиотеке можно отнести *OGRE (Object-Oriented Graphics Rendering*

Engine) 3D – графический объектно-ориентированный фреймворк с открытым исходным кодом для рендеринга трехмерной графики [2].

Система визуализации динамического изменения геометрических параметров трехмерной модели сердца пациента представляет собой программный комплекс, реализованный с использованием языка программирования C++ и графической библиотеки *OGRE 3D*.

Система предназначена для визуализации динамического изменения геометрических параметров трехмерной модели сердца. В качестве физической модели сердца выбрана многодипольная модель эквивалентного электрического генератора сердца [3]. Согласно данной модели сердце представляется в виде диполей, характеристиками которых являются значения дипольных моментов.

Исходными данными для работы системы является модель сердца, построенная на основе триангуляции Делоне, которая представляется набором координат (x,y,z) вершин. Система включает формирование трехмерной модели сердца пациента на основании файла, содержащего массив вершин и файла, содержащего массив дипольных моментов.

В системе происходит синтаксический разбор входных данных (файл с массивами вершин и файл дипольных моментов), в ходе которого исходный текст преобразуется в структуру данных, представляющую синтаксическую структуру входной последовательности [4]. В ходе синтаксического анализа последовательно производится чтение всех файлов и преобразование данных файлов в соответствующие массивы данных приложения.

Модель сердца пациента является сложным анатомическим объектом, требующим максимальной детализации и нестандартных алгоритмов анимации, поэтому помимо стандартных библиотек *OGRE 3D* используются дополнительные модули, позволяющие реалистично выполнить визуализацию и динамическое изменение геометрических параметров модели (рис. 1).

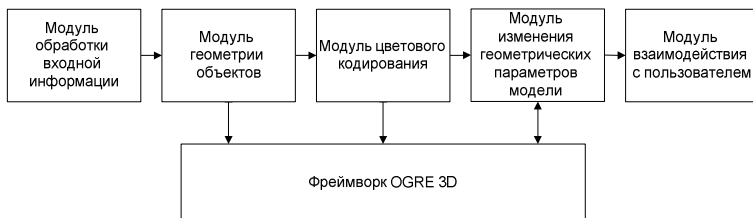


Рис. 1. Состав дополнительных модулей для фреймворка *OGRE 3D*

Рассмотрим подробнее дополнительные модули для фреймворка *OGRE 3D*:

1. В модуль обработки входной информации поступают необходимые сведения для построения компьютерной модели сердца пациента.

2. Модуль геометрии объектов предназначен для задания геометрии и выполнения аффинных преобразований над компьютерной моделью сердца.

3. Модуль цветового кодирования предназначен для наглядного представления информации электрической активности сердца пациента.

4. Модуль изменения геометрических параметров модели позволяет расширить стандартные возможности фреймворка *OGRE 3D* и визуализировать анимацию сложного анатомического объекта, такого как сердце пациента. Изменение геометрических параметров модели происходит на основании файла дипольных моментов.

5. В модуле взаимодействия с пользователем реализуется графический интерфейс пользователя. Медицинские данные и компьютерные модели сердца отображаются в наглядном образном представлении.

Таким образом, дополнительные модули позволяют адаптировать стандартные средства фреймворка *OGRE 3D* для построения компьютерной модели сердца пациента.

Графическая интерпретация результатов работы системы визуализации динамического изменения геометрических параметров трехмерной модели сердца пациента приведена на рис. 2.

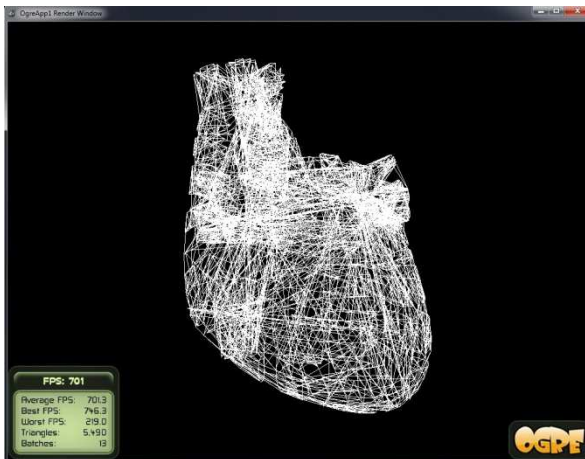


Рис. 2. Система визуализации динамического изменения геометрических параметров трехмерной модели сердца пациента

В результате разработан прототип системы визуализации, предоставляющий врачу новые инновационные возможности для диагностики и планирования лечения, повышающий качество оказания медицинской помощи за счет наглядного представления диагностической информации.

Данный прототип позволяет решить задачу визуализации сложных анатомических объектов с требуемой реалистичностью, а также позволяет использовать динамическое изменение геометрических параметров модели.

Библиографический список

1. Бодин О.Н., Квитка Ю.С., Сергеенков А.С. Способ оказания медицинской помощи в компьютерной диагностической системе «Кардиовид» // Автоматизация обработки первичной информации: межвуз. сб. науч. трудов. – Пенза, 2012. – С. 79.

2. Ли Дж., Уэр Б. Трёхмерная графика и анимация. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2002. – С. 201.

3. Титомир Л.И., Кнеппо П. Математическое моделирование биоэлектрического генератора сердца. – М.: Наука: Физматлит, 1999. – 448 с.

4. Сергеенков А.С., Кузьмин А.В., Бодин О.Н. Применение фреймворка OGRE 3D для отображения модели торса и сердца пациента // Проблемы автоматизации и управления в технических системах: сб. ст. междунар. науч.-техн. конф., посв. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне (г. Пенза, 19–21 мая 2015 г.): в 2 т. / под ред. д-ра техн. наук, проф. М.А. Щербакова. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2015. – Т. 1. – 452 с. – С. 405–408.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ МЕНЕДЖЕРОВ

Курсант Р.А. Мусаев,
канд. техн. наук, доцент А.В. Тарутин
Пермский военный институт войск национальной
гвардии Российской Федерации

В данной статье рассматривается вопрос применения персональных информационных менеджеров для автоматизации профессиональной деятельности. Раскрывается весь спектр современных персональных информационных менеджеров как в свободном доступе, так и с платным функционалом. Особое внимание обращается на унифицированные персональные информационные системы, которые позволяют максимально сокращать время затраты. На основе анализа выработаны наиболее целесообразные методы с учетом поставленной задачи.

Ключевые слова: персональные информационные менеджеры; задачи; электронная почта; контакты; заметки.

USING PERSONAL INFORMATION MANAGERS IN YOUR PROFESSIONAL ACTIVITIES

Cadet R.A. Musaev,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.V. Tarutin
Perm military Institute of national guard troops
of the Russian Federation

In this article is devoted to the application of the personal information managers for automation of professional activities. It opens a whole range of modern personal information managers like free access, and pay functionality. Particular attention is drawn to the unified personal information systems, which allow to minimize the time costs. The most appropriate techniques to suit task were worked out basing on the analysis.

Keywords: personal information managers; conscientious objectives; email; contacts; notes.

Планирование в каждой организации невозможно организовать без определения главных принципов, которые в дальнейшем будут формировать все стороны, характеризующие ее деятельность. Формулируются данные принципы, в основном в миссии организации – там дается ответ на вопрос, чем организация намерена заниматься, в чем состоит ее сущность, какую роль она намерена задействовать. Миссия – это основа для последовательной выработки целей, кото-

рые стоят как перед всей организацией, так и перед отдельно взятыми подразделениями. Миссия организации предопределяется из ответа на вопрос, что смогут получить участники ее деятельности.

На основе миссии намечаются цели, определяется стратегия, формируются функции, роль каждого участника, создаются должностные инструкции сотрудников, определяются должностные обязанности и т.п.

В любой компании соблюдается (или хотя бы делается попытка) иерархия процесса планирования. Используя в качестве критериев цели, охват и сроки проведения планирования, можно различить:

- стратегическое планирование (учет долгосрочного развития и улучшения организации, смены видов производства, сфер сбыта и т.п.);
- тактическое планирование (более приземленное планирование критериев хозяйственных операций, производственных капиталов, мощностей, инвестиций и т.п.);
- оперативное планирование (предвидение действий на краткосрочный период).

Организация планирования мероприятий сотрудника, оптимизация временных затрат – важный процесс, когда необходимо научить отличать важное от срочного.

Для достижения обозначенных целей необходимо точно представлять запас времени и количество поставленных задач перед организацией. Данный подход позволит эффективно проводить распределение задач между сотрудниками, тем самым снижать нагрузку отдельно взятых специалистов и сокращать сроки исполнения.

Проблемы с нехваткой времени чаще всего связаны с попыткой выполнения широкого круга задач, когда осуществляются большие затраты времени на несущественные дела, которые выглядят как необходимые задачи.

Менеджер в процессе своей деятельности должен формировать перечень задач и проводить их ранжирование по степени важности. В процессе своей деятельности менеджер сталкивается с большим потоком информации (задачи, поручения, жалобы и просьбы). Данная информация всегда имеет разный эмоциональный окрас. Реакция на информацию, имеющую более выраженные эмоциональные оттенки, может привести к потере контроля над задачами, которые имеют большей приоритет.

Руководителю необходимо разрабатывать оптимальный подход к работе с информацией, определять наиболее эффективные пути обработки и передачи данных.

В случае если пользователь не хочет настраивать программное обеспечение «под себя», то система оптимизируется под него (технология IntelliSense). Данный подход является малоэффективным, так как пользователь не реализует заложенный потенциал системы.

Путем индивидуальных настроек системы сотрудник может значительно сократить временные затраты на стандартные операции.

Должна проводиться очистка электронной почты от устаревших и ненужных писем, а поступающие сообщения должны ранжироваться по приоритетам. Современные почтовые клиенты позволяют вести автоматическую обработку поступающих данных. Как правило, это разделение писем по группам (директориям), а также выделение важной информации цветом. Такой подход позволяет не упустить из вида важные задачи.

Органайзер представлял собой записную книгу, в которой содержалась информация, связанная с датами, адресами, контактами, что позволяло систематизировать данные о контактах и событиях. С развитием технической индустрии на смену записным книгам пришли смартфоны, ноутбуки и другая техника, которая позволила использовать специальное программное обеспечение, имеющее дополнительные возможности: напоминание о назначенных встречах, синхронизация информации с подчиненными, защита личных данных и пр.

Персональный информационный менеджер (ПИМ) – программное обеспечение, предназначенное для автоматизации обработки информации. Самый простой пример – это замещение органайзера, более сложные ПИМ способны выполнять различные функции: организацию совместного планирования, совместное выполнение проектов, контроль выполнения задач (в процентах).

Современные персональные информационные менеджеры, за редким исключением, имеют клиент-серверную архитектуру. Это позволяет получать доступ к личной информации с любого автоматизированного рабочего места, а также дает возможность коллективной работы над проектом. Клиентом может выступать как самостоятельное приложение, так и веб-интерфейс. Некоторые ПИМ позволяют обеспечить доступ к информации, используя оба способа. Например, в качестве клиента Microsoft Exchange Server может применяться программа Microsoft Outlook, а также веб-интерфейс Outlook Web Access.

Персональный информационный менеджер объединяет в себе набор определенных инструментов: календарь, возможности формирования заданий с отслеживанием прогресса их выполнения, событий с привязкой к дате и времени, уведомлений о событиях, возможность создания книги контактов, листа заметок, ведения личных данных, работы с электронными письмами, возможность обмена мгновенными сообщениями, наличие персональной базы знаний, менеджера паролей. Ниже представлены наиболее популярные ПИМ.

Mozilla Sunbird – кроссплатформенное приложение, находящееся в свободном доступе и имеющее открытый код, а также функции органайзера и календаря (рис. 1). Было создано корпорацией Mozilla Foundation (США), имеет несколько версий. Версия Lightning служит расширением почтового клиента Mozilla Thunderbird. Также имеется портативная версия Mozilla Sunbird, созданная и оптимизированная для комфортной работы с USB носителя.

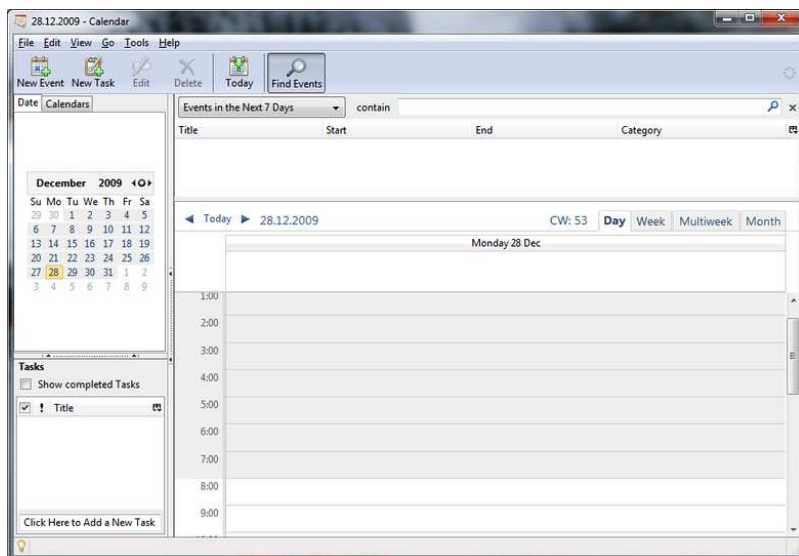


Рис. 1. Рабочая область программы Mozilla Sunbird

LeaderTask – приложение, созданное корпорацией Almeza Company (Россия) (рис. 2). В функционал программы включены: календарь, напоминания, ежедневник, заметки, планировщик задач, адресная книга, также предусмотрена возможность распределения внутри-офисных задач, есть возможность синхронизации со смартфоном.

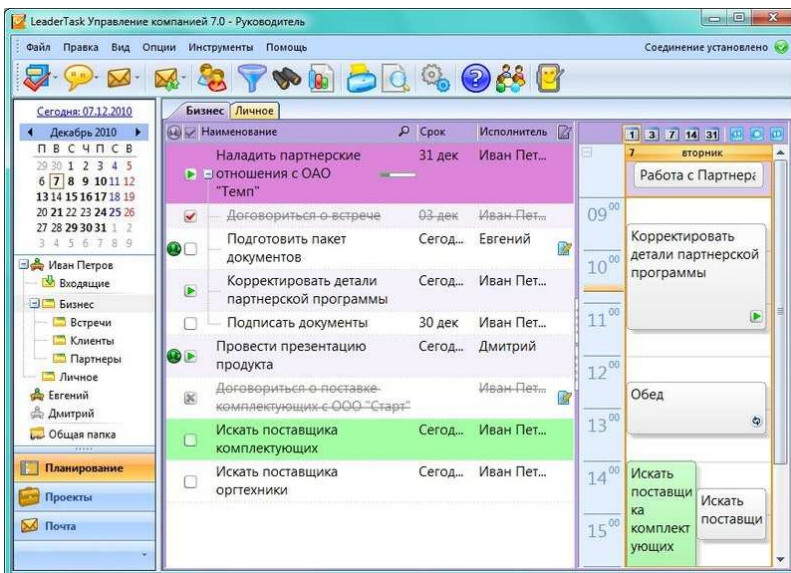


Рис. 2. Рабочая область программы LeaderTask

Подсистема-органайзер имеет возможность работы по сети, благодаря чему возможно коллективное выполнение задачи, имеется возможность синхронизации с MS Outlook, а также предусмотрен хронометраж времени.

Microsoft Outlook – персональный информационный менеджер с функциями почтового клиента и Groupware корпорации Microsoft.

Microsoft Outlook включен в пакет программного обеспечения MS Office, данная программа дает возможность организовать обмен электронной почтой, создавать расписание событий, последовательность задач, структурирование контактов, возможность управления данными и т.п. Функции, заложенные в Microsoft Outlook, предоставляют возможность организовывать взаимодействие пользователей, повышать эффективность деятельности каждого сотрудника, сокращать время затраты пользователей, находящихся в одной локальной вычислительной сети.

В зависимости от необходимости Microsoft Outlook может применяться как самостоятельное программное обеспечение, а может выступить в роли клиента почтового сервера Microsoft Exchange

Server, что предоставит ряд дополнительных возможностей для коллективной работы: общие ящики электронной почты, папки с совместными задачами, конференции и планирование (рис. 3).

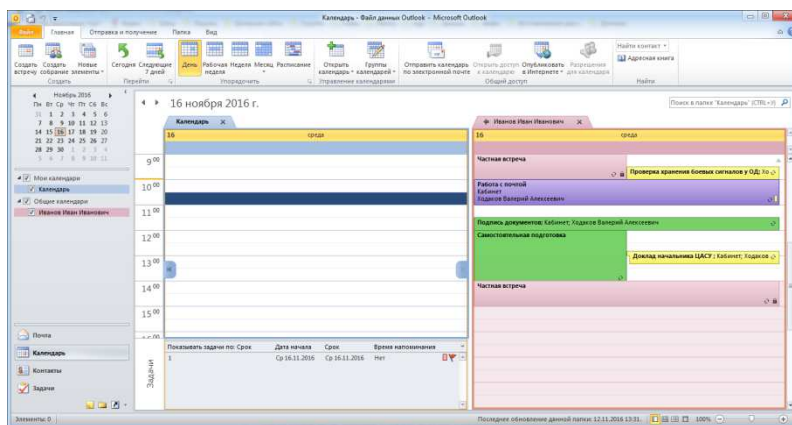


Рис. 3. Рабочая область программы MS Outlook

Microsoft Outlook и Microsoft Exchange Server представляют собой платформу для создания электронного документооборота. В них включена возможность создания пользовательских плагинов и скриптов. Наличие таких инструментов дает возможность адаптации приложения под индивидуальные нужды организации.

Библиографический список

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 958 с.
2. Организация работы с документами: учебник / под ред. проф. В.А. Кудрявцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 592 с.
3. Менеджмент: учеб. пособие / под ред. В.В. Лукашевича, Н.И. Астаховой. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 255 с.
4. Годин В.В., Корнеев И.К. Информационное обеспечение управленческой деятельности: учебник. – М.: Мастерство, 2001. – 240 с.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

Студент А.В. Белоногов,
канд. техн. наук, доцент А.В. Кычкин
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье представлен анализ требований к современному программно-алгоритмическому обеспечению удаленного мониторинга и управления энергетической системой.

Ключевые слова: энергомониторинг; энергетическая система; удаленное управление; программно-алгоритмическое обеспечение.

REQUIREMENTS FOR SOFTWARE-ALGORITHMIC SUPPORT OF REMOTE MONITORING AND CONTROL OF THE ENERGY SYSTEM

Student A.V. Belonogov,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.V. Kichkin
Perm National Research Polytechnic University

This article provides analysis of the requirements for modern software and algorithmic support of remote monitoring and management of power system.

Keywords: energy monitoring; power system; remote control; software and algorithmic support.

Россия обладает обширной сетью протяженных объектов, многочисленных распределённых объектов, трубопроводов, промышленных систем предприятий, объектов ЖКХ. Все представленные системы являются энергетическими системами, осуществляющими генерацию, транспорт, потребление или преобразование энергии. Россия обладает значительными ресурсами энергетического сырья, но тем не менее с точки зрения эффективности она значительно отстает от стран Европы, США, развитых стран Азии. Энергоемкость ВВП России более чем в два раза больше таких стран, как Канада, Китай, Япония [1].

Причина текущей ситуации не только в устаревшем, неэффективном оборудовании, но и в настройке и способах управления

энергетическими системами. В связи с этим мониторинг и последующий анализ данных – ключевые факторы повышения энергоэффективности [2].

Исходя из этого, программно-алгоритмическое обеспечение комплекса удаленного мониторинга и управления энергетической системой должно удовлетворять следующим ключевым требованиям:

1. Обнаружение нетипового потребления энергии. Это всевозможные утечки энергии или процессы, не влияющие на выполнение задачи, которое осуществляет система.

2. Непрерывная оптимизация энергоэффективности. Повышение эффективности энергетической системы также возможно за счет прогнозирования энергопотребления, непрерывного наблюдения в режиме реального времени и соответствующего оперативного управления, минимизирующего энергетические потери.

3. Визуализация параметров и показателей энергоэффективности. Пользователем любой системы мониторинга и управления энергетической системой остается человек, исходя из этого представление информации о состоянии системы должно быть в удобном для понимания виде. К наиболее эффективным методам представления информации следует отнести табличную и графическую: графики, диаграммы различных видов.

4. Наличие системы принятия решений. В любой системе, где конечное принятие решений остается за человеком, остается человеческий фактор – принятие человеком ошибочных решений или их отсутствие в ситуации, когда требуется какое-либо действие. Система принятия решений позволяет не допустить или уменьшить последствия неверных действий [3].

5. Управление объектом. Вышеперечисленные требования не имеют смысла без последующего управления энергетической системой, следствием которого и будет повышение энергоэффективности. Элементы системы часто имеют встроенные алгоритмы управления, следовательно, программному обеспечению следует предоставлять возможность изменения параметров данного алгоритма.

Повсеместное внедрение систем мониторинга, многофакторный анализ данных, дальнейшее управление энергетической системой –

основа повышения энергоэффективности системы. Система мониторинга и управления энергетической системой, удовлетворяющая вышеперечисленным требованиям, позволяет обеспечить минимизацию энергетических потерь. Основным препятствием внедрения данных систем является их высокая цена.

Библиографический список

1. Башмаков И.А., Мышак А.Д. Энергопотребление регионов России. О реальной динамике и о качестве статистики // Энергосбережение. – 2016. – № 4–4. – С. 34–37.

2. Страхова Н.А., Лебединский П.А. Анализ энергетической эффективности экономики России // ИВД. – 2012. – № 3. – С. 840–843.

3. Терегулов Д.Р., Сентябов О.И. Система поддержки принятия решений на основе метода учета трансформации предпочтений // Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы XV Междунар. науч.-метод. конф. – Воронеж, 2015. – С. 142–146.

НАХОЖДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА КЛАСТЕРОВ «МЕТОДОМ ЛОКТЯ»

**Магистрант Д.А. Селуков,
старший преподаватель В.С. Шилов**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассматривается метод для нахождения оптимального числа кластеров. Показаны его общая идея и последовательность шагов, которые необходимо выполнить для его реализации. Описаны принцип выбора кластеров, а также способ проверки правильности выбора.

Ключевые слова: кластер; функция; проекция; разброс.

FINDING THE OPTIMAL NUMBER OF CLUSTERS BY METHOD «ELBOW»

**Master Student D.A. Selukov,
Senior Lecture V.S. Shilov**
Perm National Research Polytechnic University

This article describes a method for finding the optimal number of clusters. The general idea and the sequence of steps that must be done to implement it are shown. The principle of selection of clusters, as well as a way to validate the choice is described.

Keywords: cluster; function; projection; scatter.

На сегодняшний день существует множество способов, методов и алгоритмов, связанных с обработкой и анализом данных. Эти алгоритмы находят себе применение практически во всех сферах деятельности человека: Интернет, промышленность, военная отрасль и т.д. Одним из важнейших методов анализа данных является кластеризация, или кластерный анализ. Кластерный анализ представляет из себя задачу разбиения множества объектов на группы, каждая из которых содержит в себе «похожие» объекты. Разные группы должны содержать как можно более различные объекты [1]. Для выделения «похожих» объектов используются специальные алгоритмы, например, евклидово расстояние, суть которых состоит в вычислении расстояния между центроидом – случайной точкой, которая выбирается

для начального отсчета и служит центром масс, и другими элементами выборки. Стоит отметить также, что алгоритмы кластеризации могут быть иерархическими и плоскими. Иерархические представляют собой систему вложенных разбиений выборки на непересекающиеся кластеры, т.е. на выходе получается дерево кластеров, корнем которого является вся выборка, а листьями – более мелкие кластеры. Плоские же алгоритмы создают одно разбиение объектов на кластеры.

Развитие алгоритмов кластерного анализа привело к тому, что для обработки больших объемов данных требовались большие вычислительные мощности. Было невозможно посчитать сколько необходимо кластеров для того, чтобы дать адекватную характеристику данным. Первые методы для определения оптимального числа кластеров начали появляться в середине XX века.

Для примера рассмотрим задачу, исходные данные для которой представляют собой таблицу, где строки – это описания и количество встретившихся в этих описаниях определенных типов сообществ растений, которые зашифрованы цифрами от 1 до 9, а столбцы – встречаемость того или иного типа сообщества в описании. Вопрос же состоит в том, чтобы определить оптимальное количество кластеров, адекватно характеризующих данные.

На сегодняшний день существует множество способов для оценки оптимального числа кластеров. Наиболее популярным считается «метод локтя». В основе данного метода лежит функция стоимости, уравнение которой представлено в формуле (1), где n – количество точек, принадлежащих к разным кластерам, $\text{centroid}(\text{point}_i)$ – центр-ид кластера, к которому принадлежит точка point_i [2]:

$$J = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E(\text{point}_i, \text{centroid}(\text{point}_i)). \quad (1)$$

В качестве входных данных для функции берется не весь исходный набор точек, так как он может быть слишком большим. Обычно берется некое подмножество точек, чаще всего это половина от исходного набора данных, и подается на вход «методу локтя».

На следующем шаге производится кластеризация множества точек с различными значениями количества кластеров и строится график зависимости значения функции стоимости от количества класте-

ров. Пример графика представлен на рис. 1. По графику можно определить кандидатов в оптимальное количество кластеров. Необходимо выделить такие точки, где происходит наибольшее изменение функции – на сгибе «локтя» графика [3]. В данном случае можно заметить, что такое изменение фиксируется в точке два, так как именно в ней функция переходит от стремительно убывающей (начиная от 1,0 и заканчивая 0,2) к плавно убывающей. Следующей такой точкой является точка пять, в которой функция также меняется.

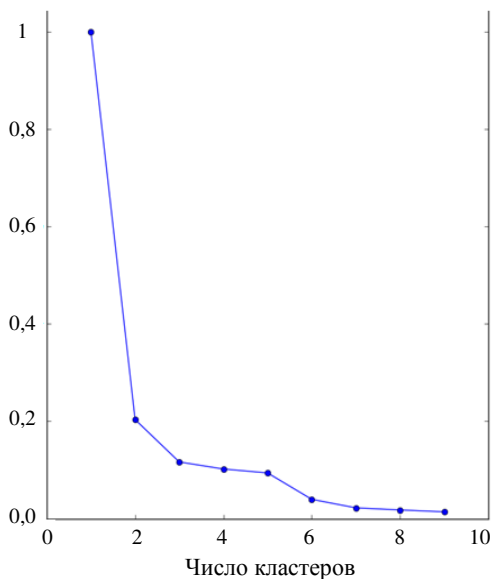


Рис. 1. График зависимости значения функции стоимости от количества кластеров

Таким образом, кандидатами в оптимальные значения количества кластеров являются два и пять. Для того чтобы понять, какое из них будет верным, необходимо визуализировать данные выборки посредством метода главных компонент или любого другого метода, служащего для определения таких осей, при рисовании в которых кластеры получились бы максимально удаленными друг от друга (примером может служить линейный дискриминантный анализ). Задача метода главных компонент состоит в том, чтобы определить

в многомерном пространстве данных такие направления, которые максимально характеризуют изменчивость данных. В качестве главной оси выбирается та, проекции данных на которую дают их максимальный разброс. Вторая ось выбирается таким же способом, однако главным условием является то, чтобы она была ортогональна главной оси. При таком выборе проекции данных на оси будут максимально отдалены друг от друга, что позволит визуальнo определить оптимальное число кластеров. На рис. 2 представлена визуализация для количества кластеров, равного двум.

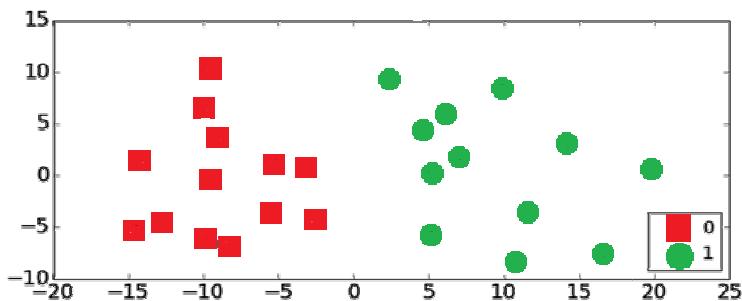


Рис. 2. Проекция данных при количестве кластеров, равных двум

На рис. 3 представлена визуализация для количества кластеров, равного пяти.

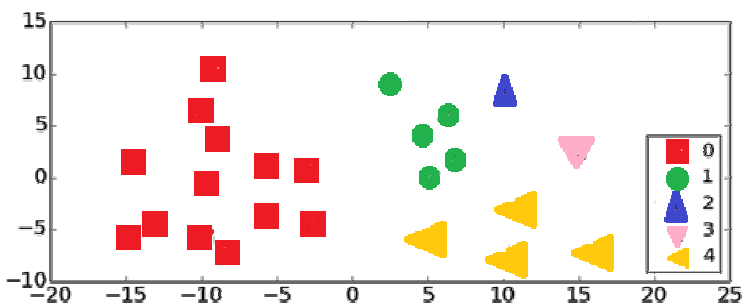


Рис. 3. Проекция данных при количестве кластеров, равных пяти

Анализируя данные рисунки, можно сделать вывод о том, что оптимальным числом кластеров будет два, так как при этом значении проекции элементов не перемешиваются, а имеют четкое разделение.

При количестве кластеров, равном пяти, можно наблюдать смешение 1,2,3,4 проекций.

Перенос оптимальное число кластеров на вышеописанную задачу, можно заключить, что из всей выборки данных можно выделить два сходных по составу сообщества описания и объединить их в два разных кластера.

Таким образом, определение оптимального числа кластеров может существенно снизить нагрузку на вычислительные машины, а также поможет уменьшить расход ресурсов для анализа данных.

Библиографический список

1. Кластерный анализ [Электронный ресурс]. – URL: <https://habrahabr.ru/post/228477/> (дата обращения: 02.11.2016).

2. Методы кластерного анализа [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/184> (дата обращения: 03.11.2016).

3. Методы определения количества кластеров [Электронный ресурс]. – URL: http://www.tsi.lv/sites/default/files/editor/science/Research_journals/Tr_Tel/2003/V1/yatskiv_gousarova.pdf. (дата обращения: 04.11.2016).

ПРОГРАММА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Студент В.И. Атаманиченко

Воронежский институт высоких технологий

Специалист А.В. Данилова

ОАО «Концерн «Созвездие»», г. Воронеж

В статье рассмотрена программа, позволяющая проводить оценку знаний обучающихся. Приведено описание основных форм программы.

Ключевые слова: программа; обучение; студент; знание.

THE PROGRAM FOR EVALUATION OF STUDENTS' KNOWLEDGE

Student V.I. Atamanichenko

Voronezh institute of high technologies, Voronezh

Specialist A.V. Danilova

JSC «Concern "Sozvezdie"», Voronezh

This paper describes the program that enables the assessment of students' knowledge carried out. A description of the main forms of the program is given.

Keywords: program; training; student; knowledge.

Поскольку образование – это постоянно пополняемая новыми людьми сфера, создание программного продукта, который будет применяться на практике компьютерного обучения, – это актуальная и интересная цель [1–3].

Структура задуманной системы была разработана с учетом потребностей стандартной учебной организации.

Схема разработанной системы представлена на рис. 1.

Серверное приложение используется для нескольких задач [4, 5]. При помощи серверного приложения преподаватель может создавать, изменять и удалять различные тесты. В свою очередь, тесты содержат вопросы, с которыми преподаватель может совершать те же действия.

Путем изучения различных методик тестирования и аттестации было выявлено, что стандартизация большинства вопросов (рис. 2) может быть представлена следующим списком:

- 2, 3 или 4 ответа на вопрос;
- возможность одного правильного ответа на вопрос;

– возможность нескольких правильных ответов на вопрос.

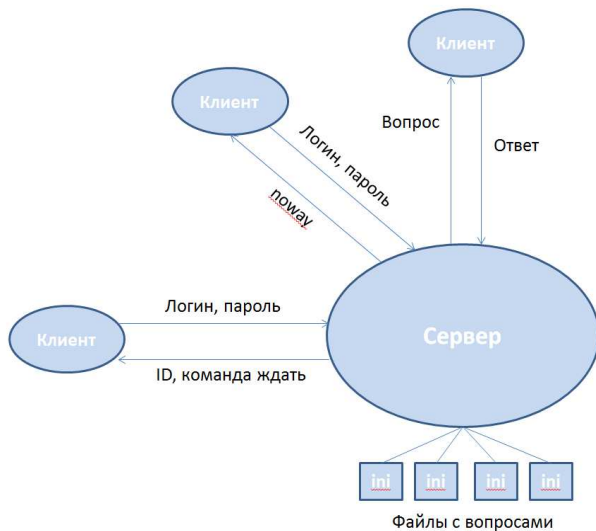


Рис. 1. Структура «Умные тесты»

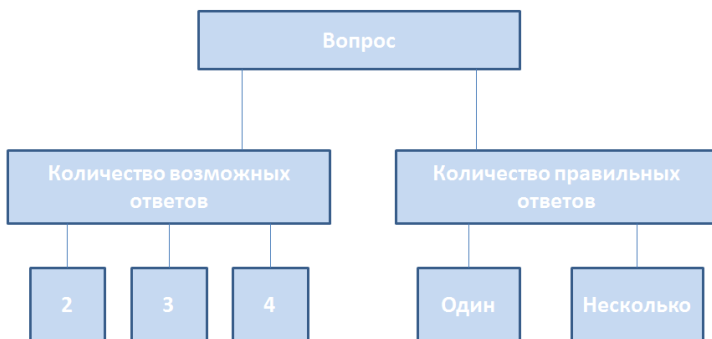


Рис. 2. Вариации вопросов

Такие параметры создания вопросов для тестов вполне достаточны для составления корректных и успешных тестов [6, 7].

Преподаватель также должен внести в списки учащихся, которые были допущены к тестированию. Он должен указать для них ФИО и пароль, а затем распечатать эти учетные данные и выдать учащимся (рис. 3).

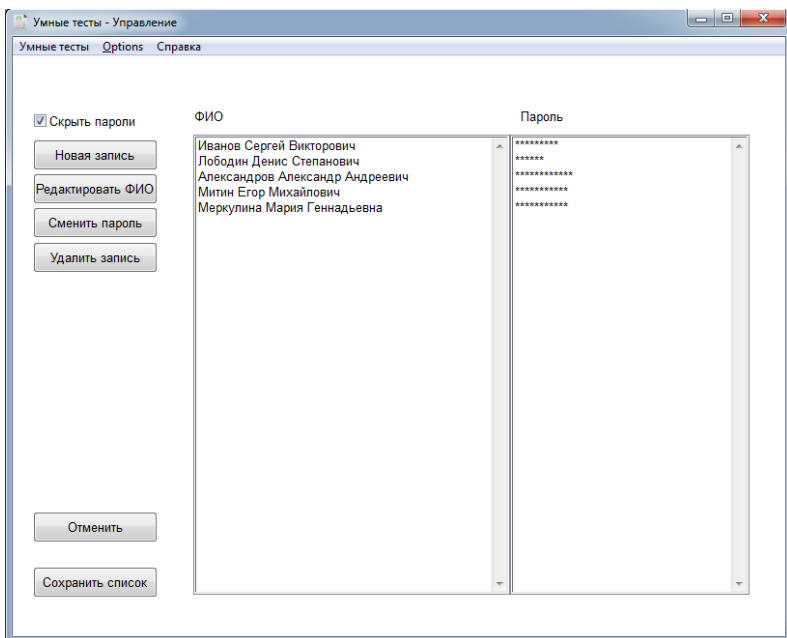


Рис. 3. Списки учащихся, допущенных к тестированию

Помимо возможности редактирования тестов и списков учащихся серверная часть предоставляет возможность запустить сервер тестирования. В этом случае учащиеся запускают клиентские приложения «Умные тесты» на других компьютерах, находящихся в одной компьютерной подсети, авторизуются под своими учетными данными, которые они получили от преподавателя, и ждут начала тестирования. Преподаватель имеет возможность видеть статус подключившихся учащихся. Когда все будут готовы, преподаватель щелкает по кнопке «Старт», и тестирование начинается (рис. 4).

Каждый учащийся видит у себя на экране вопрос с несколькими вариантами ответов. Ответы каждый раз занимают разные места, чтобы создать фактор случайности при повторном прохождении тестирования. Учащиеся выбирают правильный, по их мнению, ответ, после чего клиентское приложение отправляет данные на сервер, а в ответ получает новый вопрос с новыми вариантами ответов. При этом возможности вернуться и отредактировать свой ответ у учащегося нет (рис. 5).

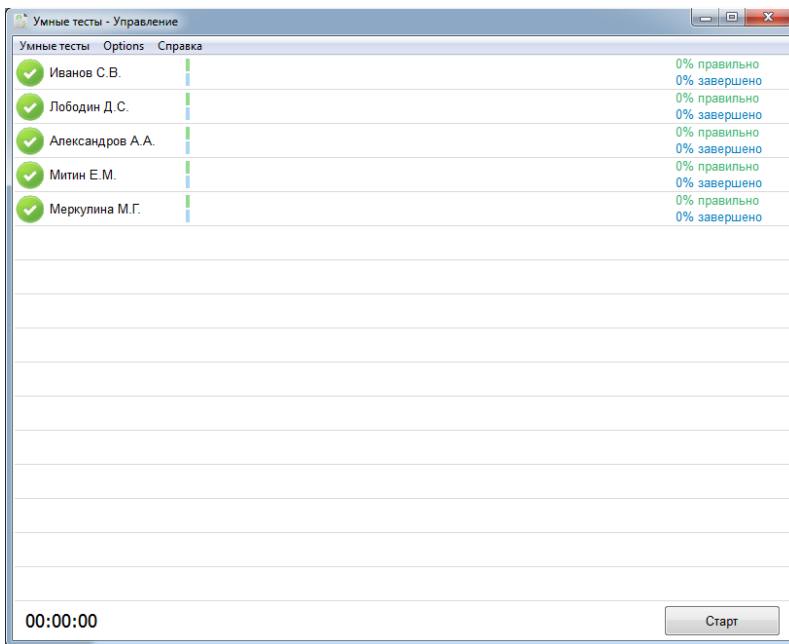


Рис. 4. Начало тестирования

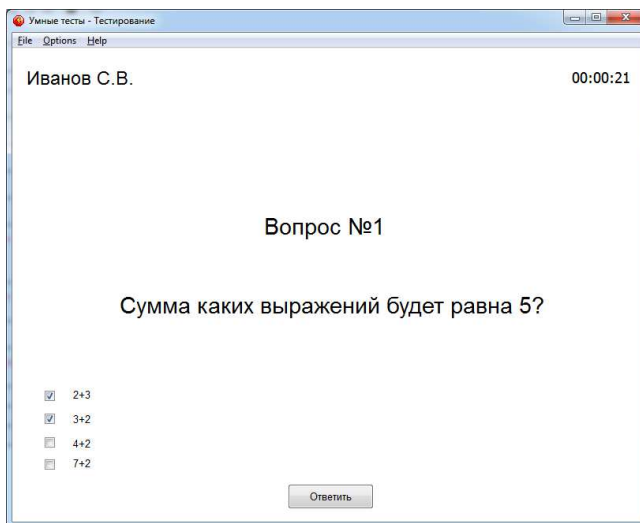


Рис. 5. Один из вопросов теста в клиентском приложении

Преподаватель видит процесс тестирования у себя на экране серверного приложения. На его статусном экране в режиме списка показывается следующая информация (рис. 6):

- состояние клиента;
- ФИО учащегося;
- процент выполненных заданий;
- процент правильно указанных вопросов;
- визуальное отображение процентных значений.

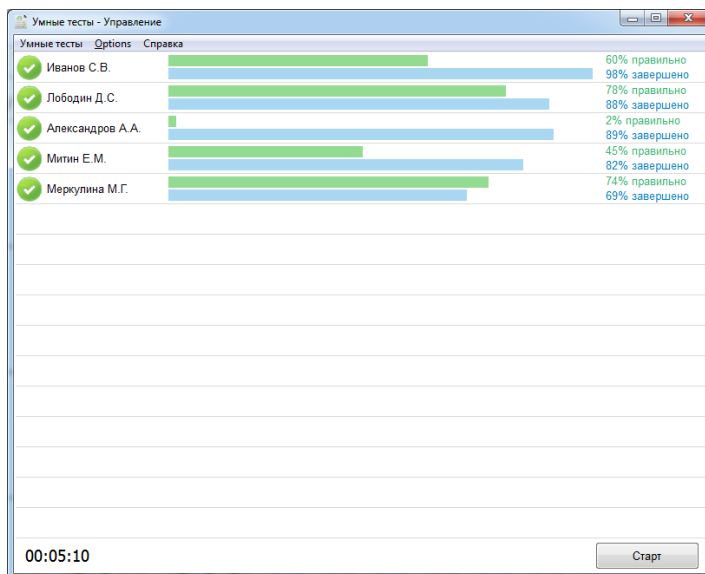


Рис. 6. Статус тестирования на экране серверного приложения

Результаты тестов сохраняются и доступны для просмотра преподавателем.

Из всех рассмотренных решений для реализации задуманного была выбрана программа Clickteam Fusion 2.5. Она позволяет создавать приложения любого уровня и легко расширяется многочисленными бесплатными модулями.

Для того чтобы программа получилась менее требовательной к ресурсам компьютера, а также меньше зависела от сторонних программ и служб, было принято решение хранить всю информацию серверного приложения в зашифрованных ini-файлах.

На каждый вопрос отводится своя группа с уникальным номером вопроса: question.0, question.1 и т.д.

Далее следует question type – тип вопроса: 1 – с многими правильными ответами; 2 – только с одним правильным ответом.

Параметр howmanyanswers хранит в себе количество ответов: 2, 3 или 4. Далее следуют текстовые переменные answer1, answer2, answer3 и answer4. В них соответственно хранится текст всех этих ответов. Последний параметр – correct. В нем указываются ответы: 0 – неверный, 1 – верный. Эти цифры разделяются вертикальной чертой, обозначая от 1 до 4 ответов.

Таким образом, система не требует никаких дополнительных баз данных и других сторонних программ. Папку с серверным приложением можно легко носить с собой на флешке, оно является портативным приложением, не требующим установки.

Для реализации сетевых возможностей системы больше всего подходит модуль Lasewing. Проект Lasewing – это кроссплатформенная библиотека с открытым исходным кодом, которая позволяет надежно организовывать передачу данных с различных поддерживаемых устройств. Благодаря лицензии «open source» проект стал качественным и надежным бесплатным продуктом.

Серверное приложение открывает порт 6121 (или другой указанный пользователем) и начинает на нем «слушать». Когда клиентское приложение «стучится» по адресу сервера на этот порт, то между сервером и клиентом происходит некий «диалог», где они обмениваются информацией. Сервер сверяет данные клиента, и если переданные им логин и пароль есть в списках сервера, то сервер разрешает клиенту присоединиться. Он выдает ему уникальный ID и дает команду ждать начала тестирования.

Если же такой пары «логин–пароль» не существует, то сервер шлет клиенту команду «noway», обозначающую, что авторизация не удалась и подключение не выполнено. После того, как преподаватель щелкает по кнопке «Старт», запускается секундомер, и сервер рассылает клиентам первый вопрос. Рассылка происходит следующим образом: сервер открывает ini-файл с нужным тестом, дешифрует его с ключом и составляет цепочку сообщения для клиентов.

Цепочка представляет собой последовательность значений вопроса, взятых из ini-файла, разделенных спецсимволом (рис. 7). В итоге получается одна длинная строка. Сервер помещает ее в очередь и переходит к следующему клиенту.

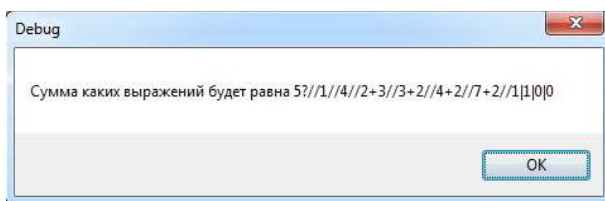


Рис. 7. Пример цепочки сообщения для клиента

Объект очереди, по мере поступления запросов, рассылает составленные сервером строчки нужным клиентам. Клиенты получают строчки, разделяют их по спецсимволу и, наконец, отображают учащемуся. Когда учащийся отмечает нужный вариант ответа и щелкает по кнопке «Следующий вопрос», то клиент отсылает серверу ответ учащегося и просьбу переслать следующий вопрос. И все повторяется до тех пор, пока все вопросы не закончатся [8].

Библиографический список

1. Сыщикова Д.С. О возможностях использования мультимедийной техники в образовательном процессе // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 111–112.

2. Павлова М.Ю. Вопросы адаптации выпускников вузов // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 234–237.

3. Кудрина О.С. О проблемах медиаобразования // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 72–73.

4. Исакова М.В., Горбенко О.Н. Об особенностях систем управления персоналом // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2014. – № 12. – С. 168–171.

5. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Некоторые аспекты информатизации образовательных учреждений и развития медиакомпетентности преподавателей и руководителей // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2013. – Т. 9. – № 5-2. – С. 134–136.

6. Павлова М.Ю. Об использовании научной составляющей при формировании профессиональных качеств инженера // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 144–145.

7. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Медиакомпетентность современного педагога // Среднее профессиональное образование. – 2013. – № 12. – С. 43–45.

8. Тимошечкина К.В., Преображенский А.П. Разработка модели и алгоритма исследования процесса тестирования учащихся // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2007. – Т. 3. – № 12. – С. 139–142.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАРКОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ПСИХОТРОПНЫХ ВЕЩЕСТВ

Магистрант О.Н. Федосеева

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье актуализирована проблема определения потребности в наркотических средствах и психотропных веществах. Рассмотрен процесс распределения наркотических средств и психотропных веществ (НСПВ). Выявлены основные недостатки процесса формирования потребности.

Ключевые слова: наркотические лекарства; психотропные вещества; распределение; отпуск и реализация НСПВ; потребность в НСПВ; методы расчета потребности.

SOME ASPECTS OF NARCOTIC DISTRIBUTION OF DRUGS AND PSYCHOTROPIC SUBSTANCES

Master Student O.N. Fedoseeva

Perm National Research Polytechnic University

In the article actualized the problem of determining the need for narcotic drugs and psychotropic substances. Considered the process of distribution of narcotic drugs and psychotropic substances. Identified main disadvantages of the process of formation needs.

Keywords: narcotic drugs; psychotropic substances; distribution; release and sale of narcotic drugs and psychotropic substances; the need for narcotic drugs and psychotropic substances; methods of calculation needs.

Финансирование учреждений здравоохранения (медицинские организации – МО), в том числе и приобретение лекарственных средств, в Российской Федерации осуществляется за счет государственного бюджета. Началом в данном процессе является определение потребности в лекарственных средствах на предстоящий период – один календарный год. Особый интерес среди лекарственных средств вызывают наркотические средства и психотропные вещества (НСПВ), так как данные препараты подлежат строгому нормированию. Корректировка потребности в рамках нормативов заслуживает особого внимания, так как при неправильном расчете МО может столкнуться с такой проблемой, как нехватка лекарственных средств (ЛС). А включение в заявку избыточного количества, в свою очередь, приводит к неэффективному расходованию бюджетных средств, что также недопустимо [4].

Стоит заметить, что в настоящее время отсутствует единая законодательно закреплённая система определения потребности в ЛС, которая учитывала бы влияние демографических, эпидемиологических, географических или экономических факторов. Поэтому представляется целесообразным провести исследование, целью которого явилось бы определение потребности, прогнозирование и составление плана закупок НСПВ. Для достижения поставленной цели выдвинуты следующие задачи: анализ фармацевтического рынка наркотических средств и психотропных веществ в России; рассмотрение порядка распределения НСПВ; изучение методов определения потребности в данных лекарственных препаратах; моделирование и прогнозирование НСПВ. В данной работе рассмотрен порядок распределения НСПВ.

В Российской Федерации действует Постановление Правительства РФ от 26.07.2010 г. № 558 «О порядке распределения, отпуска и реализации наркотических средств и психотропных веществ, а также отпуска и реализации их прекурсоров».

Распределение НСПВ производят государственные унитарные предприятия, государственные учреждения, а также уполномоченные организации, обладающие лицензией [1].

Процесс распределения НСПВ можно разбить на четкие этапы (рисунок). Рассмотрим алгоритм распределения и реализации лекарственных средств.

Шаг 1. Расчет юридическим лицом потребности в наркотических ЛС и психотропных ЛС. Проверка рассчитанной потребности на соответствие расчетным нормативам, утверждаемым Министерством здравоохранения РФ.

Шаг 2. Составление и отправка юридическим лицом в уполномоченную организацию заявок на получение указанных средств. Согласно п. 5 Постановления Правительства от 26.07.2010 г. № 558 в заявке указываются:

- а) сведения о юридическом лице;
- б) номер и срок действия лицензии юридического лица на деятельность, связанную с оборотом наркотических средств и психотропных веществ;
- в) наименования наркотических средств и психотропных веществ, их форма выпуска и количество (с указанием лекарственной формы для наркотических средств и психотропных веществ, зарегистрированных в качестве лекарственных препаратов);
- г) обоснование расчетов потребности в наркотических средствах и психотропных веществах [1].

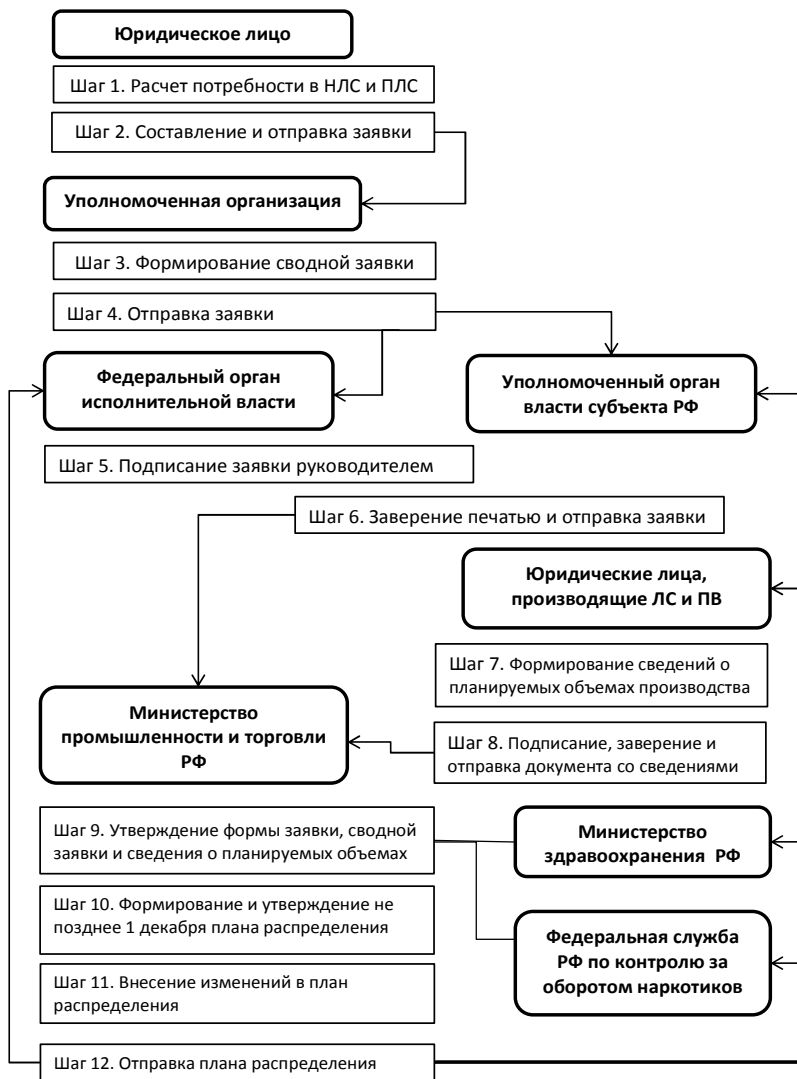


Рис. Схема распределения, отпуска и реализации НСПВ

Шаг 3. Формирование уполномоченной организацией сводной заявки в соответствии с представленными заявками.

Шаг 4. Представление сводной заявки в федеральный орган исполнительной власти, в ведении которого находится уполномоченная

организация, либо в уполномоченный орган исполнительной власти субъекта РФ, на территории которого зарегистрированы подавшие заявку юридические лица.

Шаг 5. Подписание и заверение сводной заявки руководителем федерального органа исполнительной власти или уполномоченного органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации, предоставление в Министерство промышленности и торговли РФ не позднее 15 октября.

Шаг 6. Формирование сведений о планируемых объемах производства, изготовления, переработки и ввоза на территорию Российской Федерации НСПВ юридическими лицами, осуществляющими производство, изготовление, переработку и ввоз на территорию Российской Федерации НСПВ.

Шаг 7. Подписание и заверение документа, содержащего сведений о планируемых объемах, руководителем юридического лица, предоставление документа в Министерство промышленности и торговли РФ не позднее 15 октября.

Шаг 8. Утверждение формы заявки, сводной заявки и сведений о планируемых объемах Министерством промышленности и торговли РФ по согласованию с Министерством здравоохранения РФ и Федеральной службой РФ по контролю за оборотом наркотиков.

Шаг 9. Формирование и утверждение Министерством промышленности и торговли РФ не позднее 1 декабря плана распределения на основании сводных заявок и сведений о планируемых объемах.

Шаг 10. При необходимости ежеквартальное внесение изменений в план распределения.

Шаг 11. Отправка копий плана распределения не позднее 15 декабря следующим учреждениям:

1. Министерство здравоохранения РФ;
2. Федеральная служба РФ по контролю за оборотом наркотиков;
3. Федеральный орган исполнительной власти и орган исполнительной власти субъектов РФ, представивших сводные заявки;
4. Юридические лица, осуществляющие изготовление, переработку и ввоз на территорию РФ наркотических средств и психотропных веществ и включенные в план распределения [1].

В результате анализа разработанной схемы выявлены проблемы процесса распределения, отпуска и реализации НСПВ. Одной из основных проблем является расчет потребности НСПВ, так как порядок

расчета потребности в НСПВ не рассмотрен и не закреплен законодательно ни в одном нормативном документе

На основе обзора литературы [2, 3, 5, 6] можно представить следующую классификацию методов расчета потребности в НСПВ:

1. Расчетно-математические методы:

1.1. Экономико-математические методы:

1.1.1. Методы расчета и прогноза на базе однофакторных моделей;

1.1.2. Методы многофакторного корреляционно-регрессионного анализа;

1.2. Логико-математические методы;

1.3. Расчетно-эмпирические методы;

2. Статистические методы:

2.1. Статистика потребления:

2.1.1. По данным, полученным от производителей;

2.1.2. По данным медицинской организации;

2.2. Статистика данных о заболеваемости;

2.3. Статистика данных об услугах;

2.4. По остаткам;

2.5. Индивидуальный метод;

3. Нормативный метод.

Из всех вышеперечисленных методов медицинские организации используют именно нормативный метод. Данный метод основан на расчетных нормативах, которые определены Министерством здравоохранения РФ. Потребность в НСПВ должна находиться в рамках данных нормативов, но должна быть скорректирована на основе существующей ситуации. Однако зачастую корректировка не производится. Такой подход влечет неизбежность искажения информации.

Поэтому представляется целесообразным провести дальнейший анализ существующих методик расчета потребности в НСПВ, определить их достоинства и недостатки.

Дальнейшие исследования для решения освещенной в статье проблемы предполагают разработку информационной системы, в основе которой лежит метод расчета потребности НСПВ, учитывающий экономические, демографические, эпидемиологические и другие факторы.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 26.07.2010 г. № 558 «О порядке распределения, отпуска и реализации наркотических средств и психотропных веществ, а также отпуска и реализации их прекурсоров» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.zakonprost.ru/content/base/242071> (дата обращения: 20.10.2016).

2. Анализ методов определения потребностей в лекарственных средствах в системе дополнительного льготного обеспечения / С.В. Дьяченко, Е.В. Слободенюк, Н.В. Абросимова, Л.Г. Мальцева, С.Ш. Сулейманов // Дальневосточный медицинский журнал. – 2006. – № 2.

3. Каминская И.А., Скрипченко Л.Г. Расчет потребности и формирование заявки на наркотические средства и психотропные вещества // ГлавВрач. – 2011. – № 12.

4. Кугач В.В., Мاستыков А.Н. Особенности формирования заявки на лекарственные средства в Российской Федерации [Электронный ресурс] // Рецепт. – URL: <http://elibrary.ru/download/95782296.pdf> (дата обращения: 20.10.2016).

5. Руководство по исчислению потребностей в веществах, находящихся под международным контролем / Международный комитет по контролю над наркотиками; Организация объединенных наций. – Нью-Йорк, 2012.

6. Солонина А.В., Новикова Н.В., Тарасевич В.Н. Разработка методических подходов к определению потребности медицинских организаций в наркотических и психотропных лекарственных препаратах // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2.

7. Хачатрян М.М., Микаэлян М.Ф. Регулирование законодательных вопросов по нормированию потребности, перевозке, хранению наркотических средств и психотропных веществ в свете последних изменений [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25026798> (дата обращения: 20.10.2016).

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СТРОПОВКИ РАЗНЫХ ВИДОВ ТВЕРДЫХ ГРУЗОВ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ОПЕРАТОРА ПОРТАЛЬНОГО КРАНА

Магистранты М.О. Якимова, А.В. Юртаев
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В данной статье рассмотрены классификация грузов в тренажере оператора портального крана и влияние характеристик грузов на поведение стропальщика, представлены схемы строповки грузов стропальщиком.

Ключевые слова: стропальщик; компьютерный тренажер портального крана; грузы; строповка грузов.

DEVELOPING A MODEL OF DIFFERENT TYPES OF SOLID SLINGING CARGO FOR COMPUTER SIMULATOR GANTRY CRANE OPERATOR

Master Students M.O. Yakimova, A.V. Yurtaev
Perm National Research Polytechnic University

In this article describes the classification of goods in the gantry crane simulator, the effect of cargo characteristics on slinger behavior, description of the scheme of goods slinging by slinger.

Keywords: slinger; gantry crane simulator; cargo; slinging cargo.

На кафедре информационных технологий и автоматизированных систем электротехнического факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета разрабатывается тренажерный комплекс оператора портального крана, предназначенный для обучения и отработки оператором практических навыков в погрузочно-разгрузочных операциях в режиме реального времени [1].

Цель использования тренажера портального крана состоит в подготовке операторов к реальным условиям работы, поэтому компьютерная модель должна быть максимально приближена к реальности [2].

Стропальщик является неотъемлемой частью обучающей системы, так как он координирует работу оператора портального крана. Стропальщик занимается закреплением грузов для последующего их перемещения [3]. В большинстве симуляторов модулем стропальщика пренебрегают, заменяя его работу формальными действиями (чтобы строповать груз требуется нажать всего одну кнопку). Модуль стропальщика является отдельной подсистемой в большом тренажерном

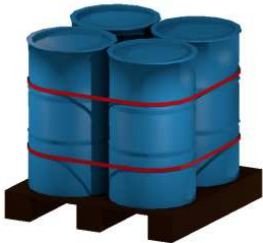
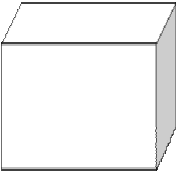
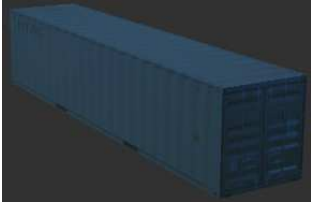
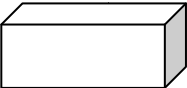
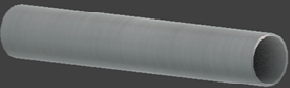
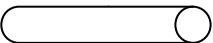
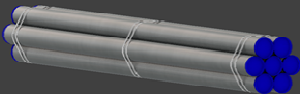

комплексе, в котором следует тщательно проработать не только анимацию стропальщика, но и взаимодействие стропальщика с грузами.

При реализации модуля стропальщика необходимо проанализировать, с какими грузами он будет работать. В портах существуют различные грузы, и каждый груз имеет свой вид строповки. С целью осуществления этого процесса в тренажере нужно привести грузы к классификации, удобной тренажеру, создать схемы строповки грузов с целью унификации процесса строповки грузов стропальщиком.

Приведем универсальную классификацию грузов в компьютерном тренажере портального крана. В табл. 1 показаны грузы тренажера и их примитивное изображение.

Таблица 1

Грузы в тренажере и их примитивное изображение

№ п/п	Название груза	Детальное изображение (вид груза в тренажере)	Примитивное изображение (схематическое изображение)
1	Бочки на поддоне		
2	Контейнер		
3	Труба		
4	Трубы в связке		

Таким образом, можем разделить грузы на 2 типа по форме: цилиндрический и параллелепипедный.

При строповки грузов важно учитывать их особенности и параметры. Стropовку грузов можно представить в виде «черного ящика» с набором входных и выходных параметров. Информационная модель представлена на рис. 1.

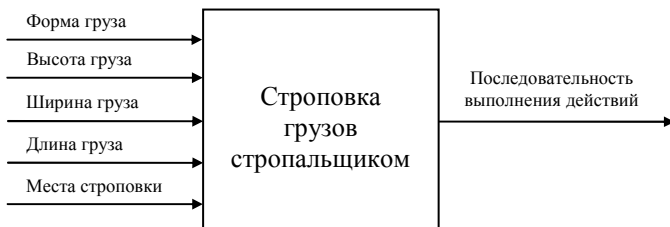


Рис. 1. Информационная модель

В табл. 2 представлено, каким образом характеристики груза влияют на алгоритм поведения стропальщика, какие действия должен совершать стропальщик, для того чтобы строповать или растроповать те или иные грузы.

Таблица 2

Влияние характеристик грузов на поведение стропальщика

№ п/п	Входные данные о грузе	Значения	На что влияет	Действия стропальщика
1	Форма груза	Цилиндрическая	Количество строп, нужное при строповке	Производит строповку 2 стропами
		Параллелепипедная		Производит строповку 4 стропами
2	Высота груза	Низкий (от 0 до 90 см)	Принятие решения подниматься по лестнице, если груз высокий. На высоком и низком грузе необходимо присесть для строповки груза	Стropальщик приседает и закрепляет строп
		Средний (от 91 до 199 см)		Стropальщик стоя закрепляет строп
		Высокий (от 200 до 400 см)		Стropальщик поднимается по лестнице на груз и в приседе закрепляет груз
3	Ширина, длина, место строповки	Расстояние от одного места закрепления груза до другого	Влияет на длину пути движения стропальщика	Стropальщик идет от одного места закрепления строп, до другого

На рис. 2–6 представлена инфографика строповки груза стропальщика в зависимости от вида груза [4]. Инфографика показывает действия стропальщика при различных грузах, зависимость от высоты, ширины и длины, места строповки груза [5].

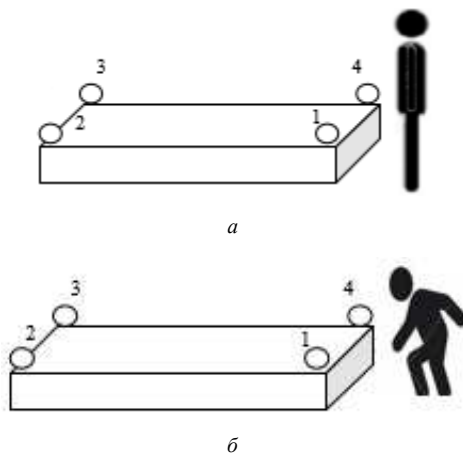


Рис. 2. Схема действий стропальщика с низкими грузами параллелепипедной формы: *а* – подойти к грузу, *б* – присесть для строповки

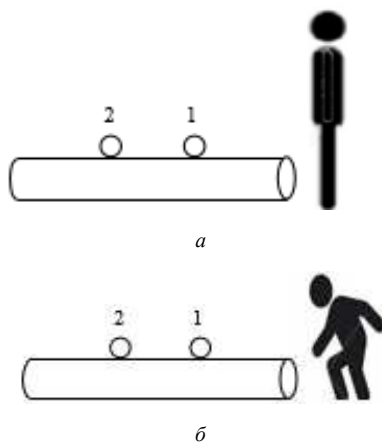


Рис. 3. Схема действий стропальщика с низкими грузами цилиндрической формы: *а* – подойти к грузу, *б* – присесть для строповки

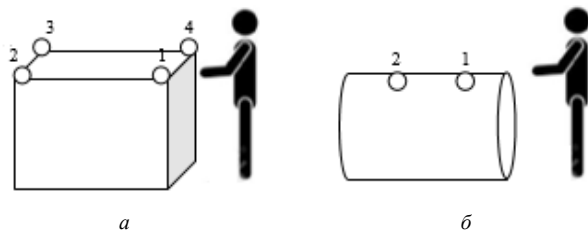


Рис. 4. Схема действий стропальщика со средними грузами: *a* – параллелепипедной формы, *б* – цилиндрической формы

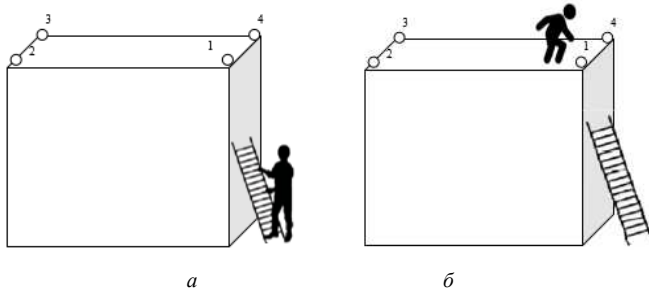


Рис. 5. Схема действий стропальщика с высокими параллелепипедными грузами: *a* – подняться по лестнице, *б* – строповка груза в приседе

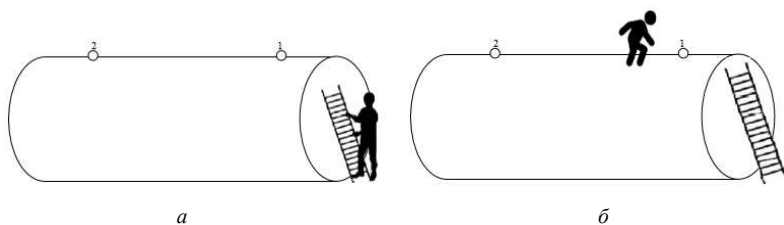


Рис. 6. Схема действий стропальщика с высокими цилиндрическими грузами: *a* – подняться по лестнице, *б* – строповка груза в приседе

На рис. 2–3 показана схема действий при низком грузе, на рис. 4 показана работа со средними грузами, где достаточно подойти к грузу, вытянуть руки и строповать. Рис. 5–6 иллюстрируют строповку высоких грузов, при которых требуется лестница. На рисунках

цифрами показаны места строповки: для цилиндрических грузов 2 стропа, в параллелепипедных грузах 4 стропа.

В результате выполненной работы были проанализированы существующие грузы в тренажере, приведена классификация грузов, описаны действия стропальщика при строповке различных грузов.

Библиографический список

1. Файзрахманов Р.А., Хабибулин А.Ф. Проектирование и разработка тренажерного комплекса оператора портального крана // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 9. – С. 80–92.

2. Хабибулин А.Ф., Шкляев Ф.И. Моделирование колебаний троса для тренажера портального крана // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. – 2015. – Т. 1. – С. 82–88.

3. Сайт компании ООО «Такелаж-сервис» [Электронный ресурс]. – URL: http://takelazh-servis.ru/slovar_terminov/stropalschik/ (дата обращения: 20.11.2016).

4. Классификация грузов и способы строповки [Электронный ресурс]. – URL: <http://eam.su/klassifikaciya-gruzov-i-sposoby-stropovki.html> (дата обращения: 20.11.2016).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТРЕНАЖЕРА КРАНОВЩИКА ПОРТАЛЬНОГО КРАНА

Аспирант Ф.И. Шкляев,
старший преподаватель А.Ф. Хабибулин
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассмотрена структура портального крана, выделены классы объектов и связи между ними. Составлена концептуальная модель портального крана с грейфером с помощью онтологического подхода.

Ключевые слова: онтологическое моделирование; портальный кран; концептуальная модель; компьютерный тренажер.

DEVELOPING GANTRY CRANE'S SIMULATOR USING ONTOLOGY-BASED APPROACH

Graduate Student P.I. Shklyayev,
Senior Lecture A.F. Khabibulin
Perm National Research Polytechnic University

In this article the structure of a gantry crane was described, the list of classes and objects was assigned. We develop a conceptual model of a gantry crane using ontology-based approach.

Keywords: ontology-based approach; gantry crane; conceptual model; simulator.

Введение. Компьютерный тренажер описывает сложные физические процессы, обладает массивной структурой и учитывает взаимодействия большого количества модулей. Всё это приводит к увеличению сложности разработки компьютерных тренажеров. Использование концептуальных схем упрощает разработку, облегчает понимание структуры тренажера для команды разработчиков, позволяет четко увидеть список работ по реализации модулей или компонентов.

Онтология – это формализация некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы. Для её составления существует несколько языков. В данной работе мы будем использовать OWL 2 [0] – язык описания онтологий для семантической паутины. Он позволяет описывать предметные области, выделяя классы и отношения между ними, и в настоящее время является рекомендованным W3C (World Wide Web Consortium). OWL 2 основан на языках RDF/RDFS,

которые записывают утверждения в виде триплета (субъект – предикат – объект).

В настоящее время онтологический подход используется для описания баз знаний различных предметных областей, таких как медицина [2], экология [3], нефтеперемещение [4].

1. Проектировании онтологии со стороны классов. Портальный кран и рабочее место крановщика изображены на рис. 1–2. Для построения онтологии мы должны разбить рассматриваемый объект на несколько сущностей/классов, и если эти объекты связаны между собой, то описать характер связи.

В данной статье будем рассматривать онтологию крана. Рассмотрим кран в общем, выделим основные взаимодействующие классы и опишем с помощью онтологии.



Рис. 1. Портальный кран с грейфером



Рис. 2. Кресло-пульт из кабины крановщика

Все его составляющие можно поделить на три подкласса: элементы, ответственные за перегрузочный процесс объединим в класс «Конструктивные элементы», двигатели, с помощью которых осуществляется перемещение крана и грузов, в класс «Электроприводы», а все управляющие элементы на рабочем месте крановщика – в класс «Кресло-пульт» (рис. 3).

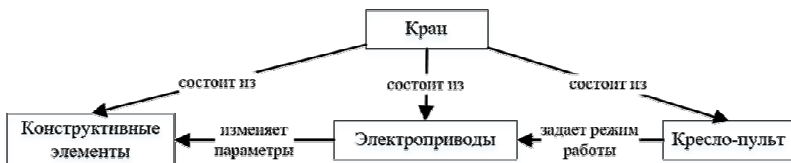


Рис. 3. Онтология крана первого уровня

Рассмотрение начнем с рабочего места крановщика, которое представляет из себя кресло-пульт. Изображенное на рис. 4 кресло-пульт состоит из рычагов, отвечающих за вынос стрелы, кнопок, управляющих положением крана, и одной педали торможения. С помощью данных элементов происходит управление перегрузочным процессом, т.е. управляющие сигналы передаются на электроприводы. Все кресла-пульта можно обобщить в трех классах: «Рычаги», «Кнопки» и «Педали» (см. рис. 4). Данные классы описывают элементы, с помощью которых можно управлять режимом работы определенных электродвигателей.



Рис. 4. Онтология класса «Кресло-пульт»

Класс «Электроприводы» подклассов не имеет. Сам по себе, электропривод в кране представляет собой сложную систему, состоящую из двигателя, тормоза и редуктора. А их назначение в кране заключается в передвижении крана и его составляющих и сматывании/разматывании тросов. Класс «Конструктивный элемент» включает в себя активную механическую часть, отвечающую, за перемещение

всех элементов крана, начиная от портала, заканчивая крюком или грейфером. Содержит в себе подклассы «Каркасные элементы», «Тросы», «Подвесы» (рис. 5).

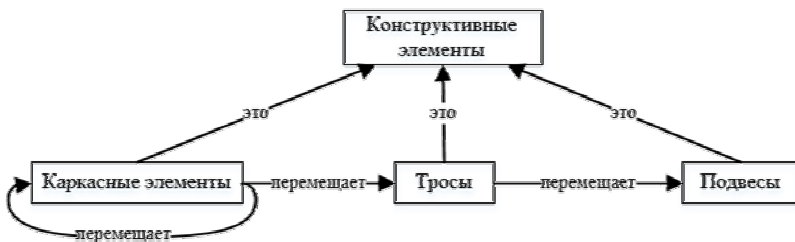


Рис. 5. Онтология класса «Конструктивные элементы»

Подклассы соединены между собой иерархически, и при перемещении нижестоящего элемента все вышестоящие перемещаются по определенным правилам.

2. Проектирование онтологии на примере порталного крана с грейфером. Подробно рассмотрев строение и функциональность крана, мы выделили классы и подклассы. В действительности эта онтология описывает не конкретный кран, а целый их набор. Для конкретизации описания до конкретного крана мы выделим экземпляры созданных классов и свяжем их вместе.

Рассмотрим рабочее место крановщика. Среди элементов управления мы можем выделить рычаги управления выносом и поворотом стрелы, управления внутренними тросами, внешними тросами, кнопки передвижения назад, вперед и педаль торможения.

Вышеописанные элементы управления задают режим работы пяти электроприводов: перемещения крана, механизма поворота, выноса стрелы, сматывания/разматывания внутренних тросов, сматывания/разматывания внешних тросов.

Механическая часть, приводимая в движение электроприводами, включает в себя: портал, поворотную платформу, стрелу, хобот, две пары тросов и грейфер.

Объединим все вышеприведенные элементы в единую онтологию (рис. 6).

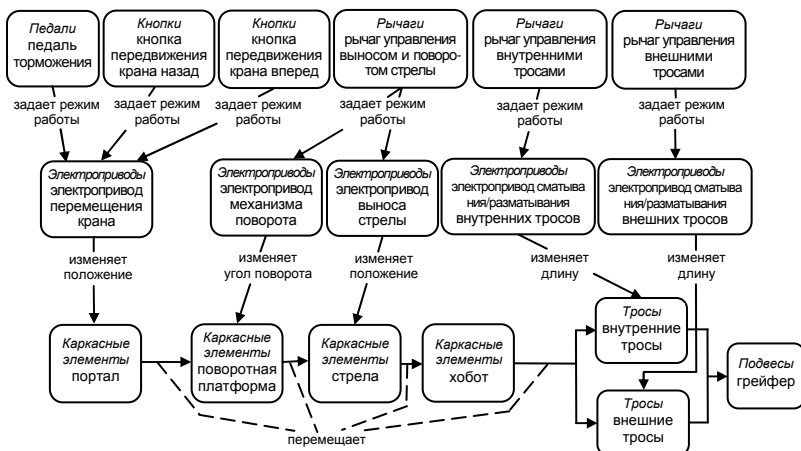


Рис. 6. Онтология портального крана с грийфером

Заключение. Таким образом, была составлена онтология портального крана с грийфером. Данный подход будет полезен группам людей, ответственным за разработку компьютерного тренажера, например, программистам и методистам. Онтология позволит разработать полный список задач, необходимый для разработки компьютерного тренажера.

Библиографический список

1. OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition) W3C Recommendation [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/> (дата обращения: 28.04.16).
2. Окунь Д.Б., Черняховская М.Ю. Онтология и модель онтологии предметной области «медикаментозное лечение» // Интеллектуальные системы. – 2015. – №. 2. – С. 44.
3. Санжапов Б.Х., Рашевский Н.М. Анализ технологий разработки систем поддержки принятия решений для экологического мониторинга // Интернет-вестник ВолГАСУ. Строительная информатика – 2014. – № 12(36). – С. 1–4.
4. Муксимов П.В. Система поддержки принятия решений при стратегическом управлении предприятием трубопроводного транспорта нефтепродуктов на основе онтологии: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.13.10 / Уфим. гос. авиац.-техн. ун-т. – Уфа, 2008. – 16 с.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИНТЕРФЕЙСНЫХ СИСТЕМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР

**Магистрант О.А. Кашин,
старший преподаватель Р.Р. Бакунов,
д-р экон. наук, профессор Р.А. Файзрахманов**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В данной статье описан подход к построению информационно-измерительных систем (ИИС), основанных на технологии интерфейса мозг-компьютер (ИМК).

Ключевые слова: интерфейс мозг-компьютер; обработка сигналов; информационно-измерительная система; неинвазивные ИМК; распознавание сигналов.

ALGORITHMIC AND SOFTWARE FOR BRAIN-COMPUTER INTERFACE SYSTEMS

**Master Student O.A. Kashin,
Senior Lecturer R.R. Bakunov,
Doctor of Economic Sciences, Professor R.A. Fayzrahmanov**
Perm National Research Polytechnic University

In this article describes an approach to the construction of information-measuring systems (IMS) based on brain-computer interface technology (BCI).

Keywords: brain-computer interface; signal processing; information-measuring systems; non-invasive BCI; signal recognition.

Введение. Одно из ключевых направлений деятельности кафедры информационных технологий и автоматизированных систем Пермского национального исследовательского политехнического университета – разработка систем, основанных на технологии ИМК. Указанная задача решается на основе анализа общемировых подходов к построению систем такого типа [3, 5].

Первый ИМК был создан еще в 60-е гг. в Калифорнии. Однако существенный рост исследований и приложений ИМК произошел в последнее десятилетие. Для этого имеются научные, технологические и социальные предпосылки.

Последние лабораторные и клинические исследования расширили знания о природе сигналов мозга, используемых для генерации управляющих воздействий в системах ИМК. Многочисленные иссле-

дования позволили изучить активность мозга с помощью характерных показателей, коррелирующих с выполнением движений, а также с типами выполняемой ментальной задачи. Таким образом, были выделены типы показателей, потенциально пригодные для построения ИМК [2, 3, 4].

Постановка задачи. В рамках представленного исследования система ИМК базируется на устройстве регистрации сигналов NeuroSky MindWave Mobile. Данное устройство передает на компьютер для обработки целочисленные значения, соответствующие выборкам измеренных сигналов электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Требуется разработать систему, выполняющую классификацию измеряемых сигналов. При этом количество классов, соответствующих различным состояниям оператора, равно трем.

Теоретические основы. Сигналом для неинвазивных ИМК обычно является многоканальная ЭЭГ, т.е. электрический потенциал, регистрируемый на поверхности головы.

Любой ИМК реализует следующие стадии обработки нейрофизиологических данных: оцифровка сигналов электрической активности мозга; предобработка (фильтрация от шумов, удаление артефактов); выделение характерных признаков; классификация полученных признаков. На завершающем этапе результаты классификации преобразуются в команду для внешнего устройства. Схема обработки сигналов в ИМК приведена на рис. 1 [4].

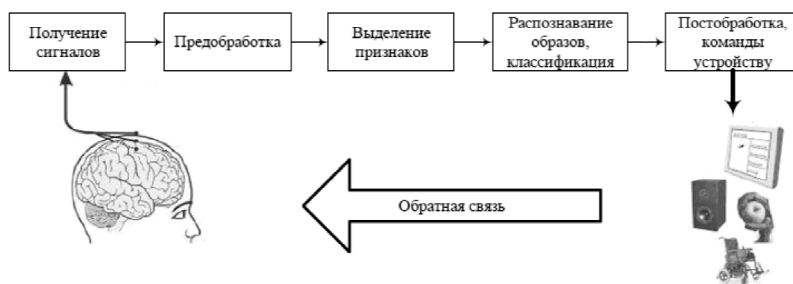


Рис. 1. Схема процесса обработки сигналов в ИМК

При построении любой системы ИМК важно учитывать четыре основных аспекта, влияющих на качество ее работы:

- 1) индивидуальные характеристики пользователя ИМК;
- 2) характеристики ИМК;

- 3) тип обратной связи и управляющего воздействия;
- 4) приложение, управляемые ИМК.

Большинство ИМК основано на исследовании измеренных сигналов в различных областях:

- 1) временной;
- 2) временной и частотной;
- 3) частотной.

В настоящий момент распространено применение алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ, FFT) для анализа сигналов ЭЭГ в частотной области.

Используемый API для взаимодействия с ThinkGear-подобными устройствами подразумевает использование 4 уровней интерфейсов:

1. ThinkGear SDK для Mac (Mac OS X) и ThinkGear SDK для .Net (Windows).
2. ThinkGear Connector (TGC) (Windows и Mac OS X – исполняемые приложения).
3. ThinkGear Communications Driver (TGCD) (Windows, Windows Mobile, Mac OS X, и J2ME (Symbian) библиотеки).
4. Communication Stream (исходный код для любых C-платформ).

Построение системы. Частота дискретизации сигналов ЭЭГ составляет 512 Гц. Выборки формируются в пакеты по 512 значений каждую секунду, таким образом, сигнал ЭЭГ будет представлен в виде сигнала $x[n]$. Пакеты обрабатываются на основе ThinkGear Communications Driver.

Каждый пакет разбивается на 8 участков (M) по 64 значения (N) и представляется в виде сигнала $x_i[n]$, где i – участок сигнала. Каждый участок сигнала поступает на вход алгоритма FFT, вычисляющего спектр амплитуд A_{ik} .

Результаты усредняются по формуле

$$A_k = \frac{\sum_{i=0}^M A_{ik}}{M}. \quad (1)$$

Формируется обучающая выборка для трех классов, а также проводится нормализация с помощью стандартного отклонения по формуле [5]:

$$A'_k = \frac{A_k - \bar{A}_k}{\sigma A_k}. \quad (2)$$

Затем проводится этап выделения признаков на основе алгоритма ветвящихся главных компонент (PCA). Далее выполняется этап анализа информативности признаков на основании критерия информативности: L – число ошибок распознавания.

Используется алгоритмом распознавания на основе метода k -средних (k -means). Это один из самых простых подобных алгоритмов, действие которого таково, что он стремится минимизировать суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центров этих кластеров [1].

В результате тестирования разработанной системы были получены следующие результаты, представленные на рис. 2.

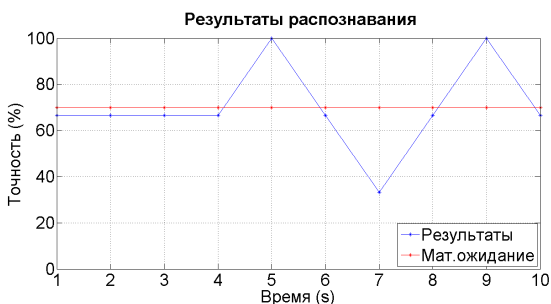


Рис. 2. Результаты тестирования системы

На основании 15-секундной обучающей выборки по каждому сигналу достигается в среднем 70%-ное распознавание 10-секундных тестовых выборок. Достигнутая точность является весьма неплохим результатом.

Заключение. В данной статье был описан и применен подход к распознаванию сигналов ЭЭГ, полученных с устройства NeuroSky MindWave Mobile.

С помощью данного подхода была разработана система, позволяющая классифицировать измеряемые сигналы с достаточно высокой точностью.

Библиографический список

1. Барсегян А.А., Степаненко В.В., Холод И.И. Технология анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.

2. Гончаров М.С., Маркин М.Е. «Интерфейс мозг–компьютер» как нестандартная технология управления и передачи информации // Доклады Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – Июнь 2014. – № 2(32).

3. Гончаров С.М., Вишняков М.С. Идентификация пользователей на основе электроэнцефалографии с использованием технологий «Интерфейс мозг–компьютер» // Доклады Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – Июнь 2012. – № 1(25), ч. 2.

4. Фролов А.А., Рощин В.Ю. Интерфейс мозг-компьютер. Реальность и перспективы // Лекции по нейроинформатике / Ин-т высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН. – М., 2008.

5. Сотников П.И. Обзор методов обработки сигнала электроэнцефалограммы в интерфейсах мозг-компьютер // Инженерный вестник. – Октябрь 2014. – № 10.

ПРОБЛЕМЫ КОДИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

Курсант В.В. Ляхова,
канд. техн. наук, доцент А.В. Тарутин
Пермский военный институт войск национальной гвардии
Российской Федерации

В статье описана проблема типизации и унификации документов при организации документооборота с использованием информационных систем, приведена структура табеля документов и альбома форм документов.

Ключевые слова: унифицированные формы документов; табель форм документов.

PROBLEM OF ENCODING DOCUMENTS FOR USE IN AUTOMATED SYSTEMS

Cadet V.V. Lyakhova,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.V. Tarutin
Perm military Institute of national guard troops
of the Russian Federation

In this article the problem of typification and standardization of documents at the organization of document flow with use of information systems is described, the structure the sheet of documents and an album of forms of documents is given.

Keywords: the unified forms of documents; sheet of forms of documents.

Развитие информационных технологий, разработка новых требований к управлению организациями значительно повышают качество и эффективность деятельности этих организаций, но вместе с этим на сегодняшний день все равно остается значительной проблемой использование документированной информации в организации.

Приказы, отчеты, акты, сводные таблицы, справки, как «снежный ком», нарастают над деятельностью организаций, значительно снижая эффективность управления. Повторяющиеся данные, перетекающие из одной справки в другую, таблицы, отличающиеся только тем, что в одной данные представлены вертикально, а в другой горизонтально, приводят к тому, что исполнители начинают формально относиться к отработке данных документов, что в итоге приводит к дезинформации руководителя.

Большое количество документов (некоторые из которых зачастую никому не нужны) – это только одна проблема. Также одной из главных проблем является слабая грамотность исполнителей, которые не только не знают, как эти документы обрабатывать, но и не имеют простых знаний требований по оформлению текстовых документов (размер тип шрифта, абзацный отступ, размер полей). Все это приводит не только к плохому оформлению документов, но и просто затягивает время на обработку этих документов.

В организациях, где осознают эти проблемы, соответственно и своевременно их решают. Одним из выходов является создание форм табеля и альбома документов, которые позволяют значительно повысить качество обрабатываемых документов и снизить время на их разработку. Действительно, грамотно разработанные табель и альбом документов позволяют значительно повысить качество документов, но при этом возникает еще одна немаловажная проблема – это кодирование этих документов для обработки их в автоматизированных системах.

В чем же заключается эта проблема?

При разработке классификатора и кода документа зачастую разработчику не всегда понятно, сколько документов использует и будет использовать организация в своей деятельности, какие документы действительно нужны, а какие можно упростить. Также проектировщик системы должен учитывать и возрастающие задачи в развивающейся организации, что непременно приведет к увеличению документооборота.

На сегодняшний день в нормативно-правовую базу по порядку создания общероссийских классификаторов входят следующие основные документы:

1. ПР 50.1.024-2005 «Правила стандартизации. Основные положения и порядок проведения работ по разработке, ведению и применению общероссийских классификаторов» определяет основные положения, порядок, последовательность и содержание по разработке, принятию, введению в действие, ведению и применению общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации в социально-экономической области, а также при предоставлении общероссийских классификаторов и внесенных в них изменений для официального опубликования и получения пользователями текстов общероссийских классификаторов и внесенных в них изменений.

2. ОК 011-93. «Общероссийский классификатор управленческой документации» утв. Постановлением Госстандарта России от 30.12.1993 № 299) в ред. от 05.08.2015 г. В ОКУД приведены наименования и кодовые обозначения унифицированных форм документов, входящих в унифицированные системы документации, пояснен принцип кодирования документов.

Казалось, использование только этих документов позволит значительно снизить проблему, но при этом она все равно остается.

Так, как же решить данную проблему?!

Во-первых, для построения классификатора необходимо провести информационное обследование организации, а в частности, ее документооборота. Уяснить, какие документы разрабатываются в подразделениях и отделах, взаимосвязь этих документов, порядок согласования и соответствие их задачам, решаемым в организации, соответствие их нормативно-правовым актам. Следовательно, как определяют правила стандартизации ПР 50.1.024-2005, должны быть проанализированы и учтены следующие документы:

- законодательные акты Российской Федерации;
- указы и распоряжения Президента Российской Федерации;
- постановления и распоряжения Правительства Российской Федерации;
- технические регламенты;
- нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, относящиеся к их компетенции, имеющие межведомственный характер и зарегистрированные в Минюсте России;
- созданные органами государственной власти субъектов Российской Федерации правовые акты в случаях принятия этих актов в соответствии с нормами, установленными вышеуказанными в данном пункте правовыми актами;
- международные (региональные) классификации, межгосударственные классификаторы и международные (региональные) стандарты по классификации;
- общероссийские классификаторы;
- национальные стандарты Российской Федерации, которые могут на добровольной основе применяться для соблюдения требований технических регламентов.

Во-вторых, разработать схему (таблицу) документооборота организации по направлениям деятельности или организации работы подразделений. Данная схема позволит наглядно составить мнение

о всем документообороте и выявить наиболее значимые документы, а также документы, которые не существенно влияют на работу организации и от которых можно избавиться (это действие применимо только к документам, которые используются внутри организации). Данная схема в последующем значительно облегчит создание форм документов табеля и альбома, а также позволит выполнить одну из основных операций, а именно выявить признаки классификации документов.

В-третьих, составить представление о возможном расширении деятельности организации и стоящих перед ней задач. Это, конечно, возможно выяснить только в беседах с руководителями организации.

И вот когда проведен анализ документооборота организации, сформировано мнение о признаке классификации, можно приступать к классификации и кодированию документов.

Качественный подход к обработке данных вопросов позволит создать классификатор, который будет отображать понятную всем идентификацию документа и конкретный процесс деятельности организации, а также создать классификатор, который будет актуален на большом отрезке времени и потребует в дальнейшем только лишь вносить дополнения (а не изменения) в зависимости от расширения задач, стоящих перед организацией.

Библиографический список

1. ПР 50.1.024-2005. Правила стандартизации. Основные положения и порядок проведения работ по разработке, ведению и применению общероссийских классификаторов // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

2. ОК 011-93. Общероссийский классификатор управленческой документации (утв. Постановлением Госстандарта России от 30.12.1993 № 299) в ред. от 05.08.2015 // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

3. ОК 026-2002. Общероссийский классификатор информации об общероссийских классификаторах // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

4. Фионова Л.Р. Организация и технология документационного обеспечения управления: конспект лекций. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. – 159 с.

5. Соколов А.В. Построение классификаторов документов // Секретарское дело. – 2004. – № 10. – С. 37–39.

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC НА ПРИМЕРЕ КОНВЕЙЕРНОЙ РАЗЛИВНОЙ ЛИНИИ

Студентка О.А. Пономарева

Национальный исследовательский университет,
«Высшая школа экономики», г. Пермь

Все чаще организации в различных сферах сталкиваются с необходимостью проанализировать и улучшить бизнес-процессы для оптимизации работы и повышения конкурентоспособности предприятия. В статье рассматриваются инструмент имитационного моделирования AnyLogic, его основные методы и преимущества. В качестве примера применения AnyLogic смоделирована деятельность конвейерной разливной линии и проанализированы результаты ее работы.

Ключевые слова: имитационное моделирование; AnyLogic; агентное моделирование.

APPLICATION OF ANYLOGIC SIMULATION TOOL IN A CONVEYOR BOTTLING LINE

Student O.A. Ponomareva

National Research University
«Higher School of Economics», Perm

Increasingly organizations in various areas faced with the need to analyze and improve business processes in order to optimize and enhance competitiveness of the enterprise. This article discusses a simulation tool AnyLogic, its basic methods and benefits. Activity of bottling conveyor line was modeled and results were analyzed as an example of using AnyLogic.

Keywords: simulation; AnyLogic; agent-based modeling.

Введение. AnyLogic – средство, предназначенное для имитационного моделирования. С помощью AnyLogic можно моделировать, оптимизировать и контролировать поведение системы или предприятия. Данное средство моделирования имеет огромную сферу приложений – от логистики и систем массового обслуживания до транспортных и производственных систем. Этот вид наиболее подходит для моделирования производственных процессов. На данный момент AnyLogic охватывает в одной модели разные направления моделирования, такие как дискретно-событийное, агентное, системная динамика. Именно многоподходность отличает данную программу от других существующих систем моделирования. Необходимо заметить, что ни одна из возможных систем моделирования не создает агентные модели.

Краткий обзор AnyLogic. Как изложено выше, AnyLogic поддерживает не только метод агентного моделирования, но и другие методы. Это преимущество позволяет пользователю AnyLogic эффективно комбинировать этот метод с другими известными подходами. Необходимо упомянуть, что под агентной моделью понимают ряд взаимодействующих активных объектов, отражающих объекты и отношения между ними [1]. Использование агентного моделирования позволяет управлять совокупностью сложных социальных и бизнес-процессов. Безусловно, такие модели разнообразны в реальном мире, что не позволяет создать универсальную библиотеку или упростить создание модели до пары кликов мыши. Несмотря на это, существуют некоторые «шаблоны» моделирования агентных систем, которые упрощают создание модели и включены в AnyLogic:

1. Стандартная архитектура.
2. Агентные связи (сети, например социальные) и коммуникация.
3. Агентная синхронизация («шаги»).
4. Состояние (непрерывное или дискретное), подвижность и анимация.
5. Динамическое создание и уничтожение агентов.

AnyLogic применяется в различных сферах. Благодаря своей гибкости программа используется в таких областях, как:

- 1) производство,
- 2) рыночные исследования,
- 3) здравоохранение,
- 4) склад и перевозки,
- 5) аэропорты, вокзалы,
- 6) логистика и цепочки поставок.

Применение AnyLogic на примере конвейерной разливной линии. Предположим, что имеется некоторая конвейерная автоматизированная линия по выпуску баночек фруктового сока (рис. 1).

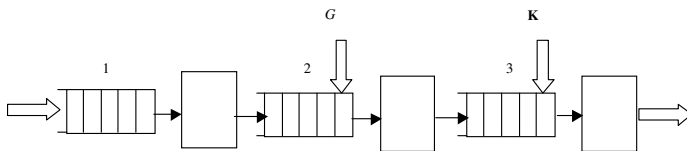


Рис. 1. Функциональная схема конвейерной автоматизированной линии

Сначала пустые баночки для фруктового сока поступают в первый накопитель конвейерной линии, где в них автоматически заливается сок. Потом баночки поступают во второй накопитель для закупоривания, после чего они попадают в третий накопитель для следующей

операции. В конце всех выполненных действий баночки устанавливаются в ящики. После того как в ящике оказываются 10 баночек, ящик переносят в грузовик, который потом отправляют в магазин.

При моделировании мы сами можем устанавливать время заливки баночки сока, закупоривания, установки баночки в ящик. Также при моделировании можно задать начальные условия, например, начальное количество баночек в определенном накопителе. Перейдем непосредственно к моделированию в AnyLogic. В первую очередь создадим блоки моделирования и зададим им характеристику (рис. 2).

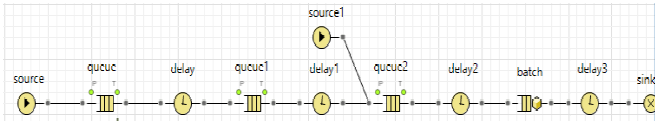


Рис. 2. Диаграмма системы конвейерной автоматизированной линии

Дадим краткую характеристику каждого объекта диаграммы:

1. Объект **Source**. Данный объект создает заявки определенного типа. Чаще всего он используется как начальная точка потока заявок. Пользователь может задать интенсивность появления заявок или указать действие, которое будет выполняться перед тем, как новая заявка покинет **Source**. В нашем примере заявками будут запросы на заливку баночек, а объект **Source** будет моделировать их поступление.

2. Объект **Sink**. Данный объект отвечает за уничтожение поступившей заявки. Обычно он используется в качестве конечной точки потока заявок. В нашем примере объект **Sink** моделирует выход из системы.

3. Объект **Queue**. Данный объект моделирует очередь заявок, которые ожидают приема объектами, следующими за данным в диаграмме процессом. Пользователь может задать максимальное время ожидания заявки в очереди или ее извлекать из любых позиций в очереди. В нашем случае он будет моделировать очередь запросов, ожидающих освобождения накопителя.

4. Объект **Delay**. Данный объект задерживает заявки на заданный период времени. Он представляет в нашей модели накопитель, обрабатывающий баночки сока.

После этого для каждого блока добавим фигуру анимации. Для накопителя – зеленый склад, для баночки сока – картинку сока, для ящика – ящик. Тем самым мы сможем визуализировать работу линии на протяжении одной смены или N часов (рис. 3).

AnyLogic предоставляет пользователю удобные средства для сбора статистики по работе блоков диаграммы процесса. Объекты

Enterprise Library самостоятельно производят сбор основной статистики [2]. Все, что нужно сделать пользователю, – это включить сбор статистики для объекта. Например, в рассмотренном примере с помощью диаграмм можно определить необходимые размеры накопителя, время закуривания, время загрузки ящиков и многое другое (рис. 4).

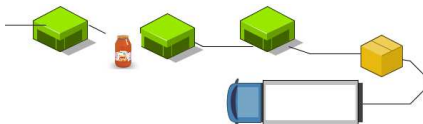


Рис. 3. Анимация модели

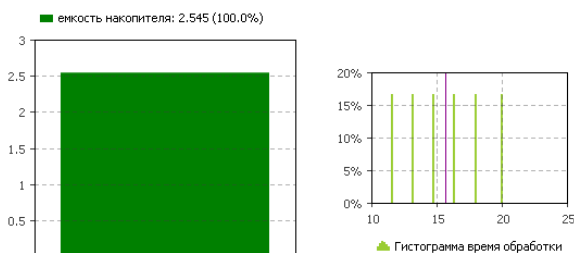


Рис. 4. Использование статистики в модели

Преимущества моделирования. Основными преимуществами моделирования AnyLogic являются:

1. Виртуальная оптимизация: вы можете виртуально проверить и улучшить любой сценарий на протяжении всего жизненного цикла системы, не нарушая саму систему, а также уменьшить срок реализации.
2. Управление сложностью: возможность управлять большими системами.
3. Планирование и подготовка: с имитацией вы можете ответить на все ваши вопросы «что–если» и оптимизировать планирование ресурсов.
4. Планирование инвестиций: программное обеспечение для моделирования позволяет оценить свой потенциал и/или будущих инвестиций ресурсов.

Библиографический список

1. Среда моделирования AnyLogic. – URL: <http://www.anylogic.ru> (дата обращения 03.04.2016).
2. Боев В.Д. Компьютерное моделирование: пособие для практ. занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic7. – СПб.: ВАС, 2014. – 432 с.

Секция 2

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Студенты П.В. Варзаносов, А.В. Белоногов,
инженер Е.М. Солодкий

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Рассматривается реализация датчиковой системы векторного управления асинхронным двигателем в среде MexBios Development Studio. Указаны проблемы реализации системы управления на испытательном стенде, не выявленные на этапе моделирования, и их решения. Описаны электрическая и электромеханическая части испытательного стенда. Представлена структура из блоков системы управления и описаны их основные функции. Приведен график переходного процесса, полученный при запуске двигателя. Анализ результатов пуска двигателя показал эффективность предложенной структуры при реализации системы векторного управления.

Ключевые слова: датчиковое векторное управление; асинхронный двигатель; наблюдатель угла; вычислитель потокосцепления ротора.

IMPLEMENTATION OF VECTOR CONTROL SYSTEM OF ASYNCHRONOUS MOTOR

Students P.V. Varzanosov, A.V. Belonogov,
Engineer E.M. Solodkiy

Perm National Research Polytechnic University

This article discusses the implementation of sensor vector control system of asynchronous motor in the MexBios Development Studio system. The problems which are not identified in the modeling stage when implementing the control system on the test bench are presented. The solutions are shown. The electrical and electro-mechanical parts of the test bench where described. The structure of the control system where presented with blocks and functionalities. The transient processes when starting the motor are shown. Analysis of starting motor characteristic and the results shows the efficiency of the proposed implementation of vector control system.

Keywords: sensor vector control; asynchronous motor; angle observer; rotor flux estimator.

При разработке системы векторного управления, особенно при бездатчиковом управлении, до реализации алгоритмов на микроконтроллере необходимо убедиться в их функциональности. Для этого используются системы симуляции, такие как MatLab Simulink, Mex BIOS Development Studio. Качественным отличием среды визуального про-

граммирования MexBIOS является ориентация на аппаратную платформу: функциональные блоки, реализующие компоненты векторной системы управления, могут быть протестированы в модельной части платформы и быстро перенесены на аппаратную часть. На практике оказывается, что не всегда модель отображает реальные процессы, требуется итеративный, возвратный процесс проектирования системы управления, когда алгоритмы тестируются на реальной аппаратной части, а затем вносятся корректировки в модельную часть. На поверхности лежит проблема неправильно определенных параметров схемы замещения, что приводит к неправильной настройке регуляторов тока и скорости [1], хотя на модели переходные процессы адекватны. Также очень важно точно определять положение ротора, корректно определять фазовые токи при опросе АЦП, настраивать фильтры. Существует проблема синхронизации запуска системы и регуляторов, чтобы до пуска двигателя не происходило насыщение регуляторов. В данной статье рассмотрена реализация датчиковой системы векторного управления асинхронным двигателем в среде визуального программирования MexBIOS Development Studio на базе испытательного стенда, а также определены пути решения данных проблем.

Описание стенда. Стенд управления электродвигателем с электромашинным агрегатом АДКЗР состоит из электрической и электромеханической части. Электрическая часть включает в себя блоки индикации момента и скорости, преобразователь частоты ESD – TCL, блок электрических измерений, а также моноблок. На вал асинхронного электродвигателя АИР90 L4 мощностью 2,2 кВт и с синхронной скоростью 1500 об/мин установлены датчик крутящего момента силы *TRB-5K*, а также инкрементный датчик обратной связи с разрешением 2500 дискрет./оборот.

Программное обеспечение преобразователя имеет возможность изменения структуры и параметров программного обеспечения через визуальную среду разработки программ MexBIOS Development Studio [7]. Также у преобразователя есть возможность управления по аналоговым и цифровым интерфейсам.

Описание структуры. На рис. 1 изображена структура алгоритма векторной системы управления асинхронным двигателем [2]. В основе алгоритма управления лежит структура из условных операторов и блоков. Блоки выполняются поочередно с частотой в 2 кГц, что в пять раз меньше, чем частота аппаратного прерывания. Данный

подход используется для оптимального распределения процессорного времени и организуется в функциональном блоке «main_divider».

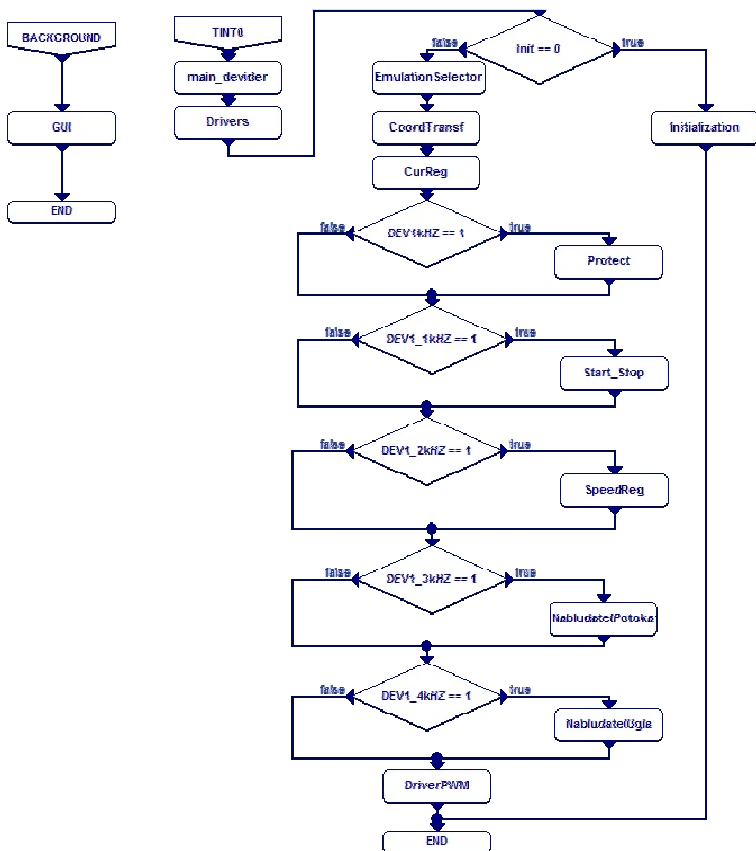


Рис. 1. Структура системы векторного управления

Элемент системы управления «Drivers» считывает значения каналов АЦП и преобразует в реальные значения токов. В данном блоке с помощью смещения и усиления значения канала АЦП определяется реальное значение тока. Затем над токами производится координатное преобразование из трехфазной симметричной системы координат в двухфазную стационарную, и они передаются в функциональные элементы «CoordTransf», «Protect» и «CurReg». Также в «Drivers» определяется скорость вращения ротора по сигналу с драйвера.

В функциональном блоке «CoordTransf» производится координатное преобразование Парка (координатное преобразование из неподвижной системы координат во вращающуюся декартову систему координат). Значение угла для преобразования поступает из блока «NabludatelUgla».

Структура регулятора тока представлена на рис. 2 [1, 6]. В целях оптимизации и уменьшения задействованной динамической памяти регулятор написан в среде MexBIOS индивидуальным блоком на языке C. Выполнение перевода в относительные единицы обусловлено тем, что блок, обрабатывающий выходное напряжение регулятора тока, в целях формирования длительности работы транзисторных ключей работает в относительных единицах.

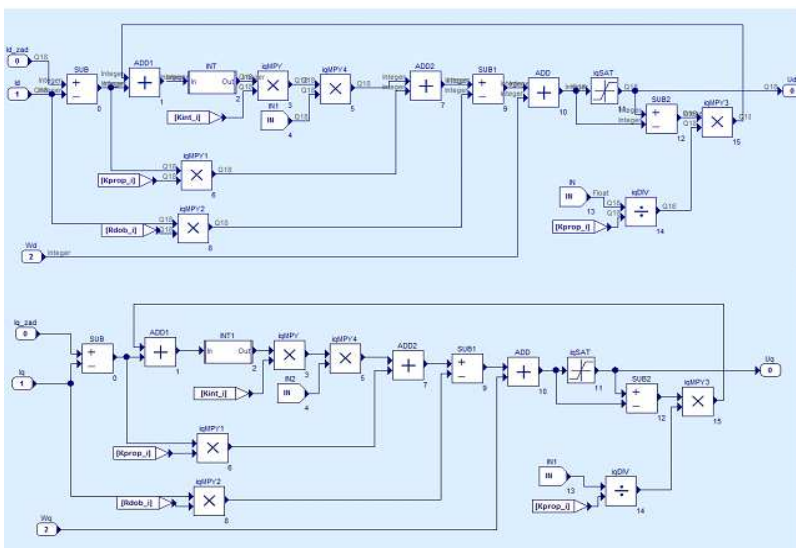


Рис. 2. Структура регулятора тока в осях dq

До пуска двигателя выполняется блок управления «Initialization», в котором определяются коэффициенты регуляторов тока и скорости по параметрам схемы замещения согласно [3, 6]. В данном блоке важно правильно рассчитать постоянные среза регуляторов тока и скорости, от них будут зависеть быстродействие переходных процессов и перерегулирование. Нажатие кнопки «Start» в блоке «GUI» запускает ветку «false» условного оператора «Init», что позволяет интегральной части регуляторов не насыщаться до пуска двигателя.

В элементе системы управления «Protect» реализованы защиты от:

- превышения длительного тока;
- превышения пикового тока по фазам;
- ошибки IGBT-модуля;
- превышения напряжения;
- перегрева тормозного резистора.

Защиты выполнены таким образом, что при их срабатывании подается запрещающий сигнал на драйвер ШИМ. Величина длительного тока выводится в графическом пользовательском интерфейсе для ее оценки. Блок управления «Start_Stop» отвечает за пуск и останов двигателя.

Регулятор скорости, наблюдатель потока и наблюдатель угла также написаны индивидуальными блоками. Возможность задания времени разгона и торможения двигателя реализована в элементе управления «SpeedReg». На рис. 3 представлен график переходного процесса скорости при задании 500 об./мин. Время переходного процесса 0,4 с обусловлено заданием времени разгона.

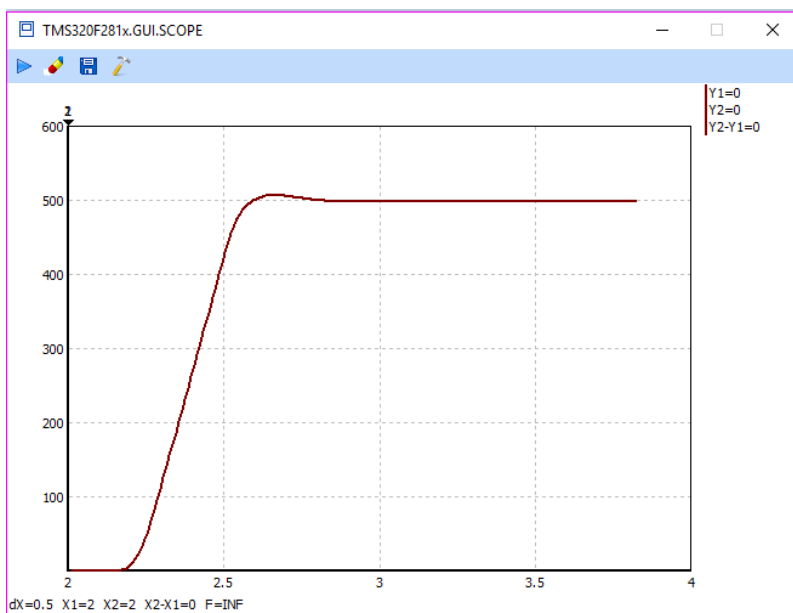


Рис. 3. График разгонного переходного процесса скорости

Последними элементами структуры условных операторов являются «NabludatelPotoka» и «NabludatelUgla». В них реализованы алгоритмы вычисления потокосцепления и угла потока ротора согласно формулам (1), (2). Выходные параметры этих блоков используются в регуляторе тока и координатном преобразовании Парка [3, 4, 5].

$$\omega_2 = \omega_3 - \omega_p = \frac{\sqrt{\left(\frac{L_0}{L_2} R_2 I_1\right)^2 - \left(\frac{d\Psi_2}{dt} + \frac{R_2}{L_2} \Psi_2\right)^2}}{\Psi_2}, \quad (1)$$

$$\Psi_r = \int_0^t \left(\frac{L_0}{L_2} R_2 i_{1d} - \frac{R_2}{L_2} \Psi_2\right) dt. \quad (2)$$

Обратное преобразование Парка выполняется в функциональном элементе «DriverPWM». В нем же определяется длительность работы транзисторных ключей инвертора, создающих форму напряжения статора с помощью ШИМ.

Следует отметить, что при реализации системы векторного управления асинхронным двигателем были решены задачи: синхронизация запуска системы и регуляторов, корректировка параметров схемы замещения, определение фазовых токов и настройка фильтров. Были реализованы и проверены на практике: регулятор тока и регулятор скорости, наблюдатель угла поворота вектора потокосцепления ротора и наблюдатель потока. Анализ результатов показал удовлетворительное качество управления, что подтверждает эффективность предложенной реализации датчиковой системы векторного управления АД.

Библиографический список

1. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2015. – 320 с.
2. Даденков Д.А., Солодкий Е.М., Шачков А.М. Моделирование системы векторного управления асинхронным двигателем в пакете MatLab/Simulink // Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 3(11). – С. 117–128.

3. Калачёв Ю.Н. Векторное регулирование (заметки практика) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.privod-news.ru/docs/Vector_Kalachev.pdf (дата обращения: 20.10.2015).

4. Калачёв Ю.Н. Наблюдатели состояния в векторном электроприводе. – М.: ООО «Гамем», 2015. – 58 с.

5. Бездатчиковое векторное управление вентильным двигателем с коррекцией ошибки вычисления электрического угла / А.М. Костыгов, Д.А. Даденков, Е.М. Солодкий, А.М. Шачков // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2015. – № 9(13). – С. 27–33.

6. Костыгов А.М., Солодкий Е.М., Даденков Д.А. Синтез регуляторов тока и скорости в системе векторного управления вентильным электроприводом // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 7(11). – С. 1490–1495.

7. MexBIOS Development Studio – визуальная среда разработки и моделирования [Электронный ресурс]. – URL: <http://mechatronica-pro.com/ru/catalog/software/> (дата обращения: 24.10.2016).

ОБЗОР СПОСОБОВ РЕАЛИЗАЦИИ НАБЛЮДАТЕЛЕЙ СКОРОСТИ ДЛЯ БЕЗДАТЧИКОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

**Студенты А.В. Белоногов, П.В. Варзаносов,
старший преподаватель Д.А. Даденков**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье представлены краткий обзор и анализ существующих решений для определения положения и скорости ротора вентильного двигателя в бездатчиковых системах векторного управления. Рассматриваются различные методы определения положения ротора как до проведения пуска, так и при работе на низких, средних и высоких скоростях вращения. Среди приведенных подходов наибольшее распространение получили методы на основе использования тестовых сигналов, искусственного интеллекта и адаптивных наблюдателей.

Ключевые слова: бездатчиковая система; наблюдатель скорости; вентильный двигатель; начальное положение ротора; энергоэффективность.

REVIEW OF SPEED OBSERVERS FOR SENSORLESS VECTOR CONTROL SYSTEMS WITH PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR

**Students A.V. Belonogov, P.V. Varzanosov,
Senior Lecturer D.A. Dadenkov**
Perm National Research Polytechnic University

This article provides an overview and analysis of existing solutions of identify the position and speed of a rotor permanent magnet synchronous motors for sensorless control systems. Various methods of determining a rotor position as before the start, and when use of low, medium and high speeds are consider. Among the mentioned categories, most widely apply the use of methods based on test signals, artificial intelligence and adaptive observers.

Keywords: sensorless system; observer speed; permanent magnet synchronous motor; initial position of the rotor; energy efficiency.

Высокие показатели энергоэффективности и конструктивные преимущества вентильных двигателей (ВД) обусловили их широкое применение для малых и средних по мощности электроприводов, в особенности для моментных систем. В современной отечественной и зарубежной промышленности вентильные двигатели эффективно используют в системах автоматизации, роботизированных устройствах, манипуляторах, координатных устройствах, принтерах [1, 2].

Управление работой вентильного двигателя осуществляется с помощью управляемых вентильных (полупроводниковых) преобразователей электрической энергии, которые, в свою очередь, управляются информационной системой микроконтроллера. Эффективное, в том числе с энергетической точки зрения, удовлетворение специфическим требованиям, выдвигаемым сферой применения привода, часто невозможно без использования векторных систем управления электродвигателем. Работа таких замкнутых систем управления невозможна без знания информации об угловом положении ротора относительно статора. Но применение для этой цели специализированных устройств измерения скорости, таких как тахогенератор, энкодер, редуктосин или датчиков, основанных на эффекте Холла, нередко является нежелательным или даже недопустимым. В связи с этим появляется задача определения скорости вращения ротора косвенными методами по известным параметрам, к которым относятся мгновенные значения фазных токов и напряжений [3, 4, 5].

В задаче определения угла поворота вентильного двигателя с постоянными магнитами косвенным методом следует выделить три подзадачи [6]:

- 1) определение начального положения ротора до проведения пуска двигателя;
- 2) определение скорости вращения ротора на низких скоростях вращения (как правило до 10 % от номинальной), после преодоления этого порога генерируемая противо-ЭДС достигает значений, по которым можно определить положение ротора;
- 3) вычисление скорости вращения ротора при разгоне до заданного значения, а также при работе на данной скорости.

Решение первой подзадачи – определение начального ротора – необходимо для решения одной из главных проблем современных систем управления синхронным двигателем – корректного запуска [7].

Поскольку в начальный момент времени ротор вентильного двигателя не генерирует никаких сигналов, позволяющих определить его положение, все методы определения угла поворота ротора относительно статора используют специализированные тестовые сигналы, подающиеся на обмотки статора двигателя. Следующим шагом является проведение анализа отклика на поданный сигнал.

В литературе выделяют три метода определения начального положения ротора:

- 1) подача сигнала высокой частоты (*Carrier signal injection*);
- 2) ШИМ-метод (*PWM-method*);
- 3) метод импульсов тока (*The current impulse method*).

Сравнительный анализ данных методов по ключевым параметрам показан в таблице.

Сравнительная таблица методов определения начального положения ротора

Критерий	Подача сигнала высокой частоты	ШИМ-метод	Метод импульсов тока
Определение пространственного положения	+	+	-
Определение положения при насыщении	+	+	+
Обнаружение магнитной полярности	-	-	+
Бесшумность	-	-	+
Дополнительные аппаратные средства	-	+	-
Дополнительные сигналы	+	-	+
Уменьшение производительности	Среднее	Минимальное	Значительное
Нулевая скорость	+	+	+
Минимальная скорость	+	+	-
Высокая скорость	-	+	-
Требования к вычислительным мощностям	Средние	Высокие	Минимальные
Требования к точности измерений	Высокие	Высокие	Минимальные

Из проведенного анализа следует, что оптимальным методом определения положения ротора в начальный момент времени для бездатчикового старта вентильного двигателя является метод импульсных токов, основывающийся на зависимости индуктивности катушек статора от положения ротора. Важным моментом является то, что отличить северный полюс от южного позволяет только данный метод. Точность метода оценивается в $\pm 6\%$. Проведение калибровки системы при первоначальном пуске позволяет повысить точность метода. Ключевой особенностью также является быстрдействие метода – определение угла порога ротора относительно статора занимает меньше 15 мс.

Оценка скорости ротора меньше чем 10 % от номинальной может осуществляться наложением на основной сигнал высокочастотной составляющей. Это позволяет оценить скорость вращения ротора и определить его положение вследствие разности индуктивностей по осям координатной системы, связанной с ротором.

В методах оценки скорости вращения ротора на средних и высоких скоростях принято выделять три класса систем [8, 9]:

– основанные на возбуждении, среди них выделяют системы:

- с неадаптивными наблюдателями;
 - с адаптивными наблюдателями;
- с подачей дополнительного тестового сигнала;
- с использованием методик искусственного интеллекта.

Рассмотрим немного подробнее анализ области использования приведенных выше методов оценки скорости и положения ротора ВД.

Среди неадаптивных методов наблюдения можно выделить четыре подкатегории [9, 10]:

- 1) методики с использованием измерений связей постоянного напряжения;
- 2) наблюдатели, использующие фазные статорные токи и напряжения;
- 3) наблюдатели, оценивающие положение потока ротора;
- 4) наблюдатели, основывающиеся на измерениях противо-ЭДС.

Неадаптивные наблюдатели применяют формулы модели электромагнитных процессов двигателя, решениями которых, используя известные величины, будут оценки необходимых неизвестных параметров. Преимущество этой группы методов заключается в простоте и нетребовательности к вычислительной мощи, но при этом требуются точные параметры двигателя и измеряемые величины.

Адаптивные методы также можно разделить на четыре подкатегории [11]:

- 1) наблюдатель, адаптирующий модель к реальным процессам (*MRAS*);
- 2) наблюдатель на основе оценок;
- 3) наблюдатели, основанные на фильтре Калмана;
- 4) наблюдатель, использующий минимальную площадь оценок.

Эти наблюдатели используются как следящие системы, и кроме модели применяется регулятор, производящий адаптацию модели к реальным процессам электродвигателя. Это повышает требования

к задействованным вычислительным средствам по сравнению с неадаптивными наблюдателями, но также и снижает требования к настройке системы и точности измерений.

Среди методов использования дополнительного сигнала можно выделить следующие:

1. Во многих машинах переменного тока положение ротора является его характеристикой и существует возможность измерения пространственного изменения индуктивности или сопротивления ротора во вращающейся системе координат $d-q$, возникающего вследствие геометрического движения и эффекта насыщения. Эти зависимости можно использовать для оценки положения ротора [10, 11].

2. Другие методы оценки положения ротора используют добавление компонента высокочастотного сигнала и производят оценку влияния анизотропии на амплитуду соответствующей составляющей напряжения (тока) статора.

К методикам искусственного интеллекта можно отнести все методы, использующие аппарат нейронных сетей и нечеткой логики. Такого рода методы не требуют математической модели двигателя, имеют хорошие свойства фильтрации шумов, легко могут быть расширены и изменены и при должной настройке и правильном обучении могут быть устойчивы к изменению параметров двигателя. Однако не всегда просто выполнить аппаратную и программную реализацию подобных систем с использованием типовых микропроцессорных средств и программных платформ.

В статье представлены краткий обзор и анализ основных базовых методов определения положения и скорости ротора вентильного двигателя. Однако в заключении стоит отметить, что конкретный выбор того или иного метода оценки зависит не только от требований, предъявляемых к системе электропривода, но и от параметров самого двигателя. Кроме этого, объективное рассмотрение существующих решений невозможно без подробного рассмотрения и изучения представленных методов. При этом некоторые методы требуют дополнительного детального исследования с использованием средств имитационного и натурального моделирования. В связи с этим с целью более полного раскрытия представленной проблемы планируется выполнить дальнейшее более узконаправленное исследование конкретных категорий наблюдателей и отдельных методов определения положения и скорости ротора вентильного двигателя.

Библиографический список

1. Панкратов В.В. Вентильный электропривод: от стиральной машины до металлорежущего станка и электровоза // Электронные компоненты. – 2007. – № 2.
2. Костыгов А.М., Солодкий Е.М., Даденков Д.А. Синтез регуляторов тока и скорости в системе векторного управления вентильным электроприводом // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–7. – С. 1490–1495.
3. Клиначев Н.В., Кулева Н.Ю., Воронин С.Г. Определение углового положения ротора синхронного двигателя с возбуждением от постоянных магнитов // Вестник Южно-Урал. гос. ун-та. Сер.: Энергетика. – 2014. – Т. 14. – № 2. – С. 49–54.
4. Гончаров А.С., Поваляев В.А., Миронов С.М. Анализ современного состояния в области создания электроприводов с бездатчиковым управлением и методов построения САР в условиях ограниченной информации о векторе состояния. // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2008. – № 1. – С. 13–16.
5. Бездатчиковое векторное управление вентильным двигателем с коррекцией ошибки вычисления электрического угла / А.М. Костыгов, Д.А. Даденков, Е.М. Солодкий, А.М. Шачков // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2015. – Т. 13. – № 9. – С. 27–33.
6. Persson J. Innovative standstill position detection combined with sensorless control of synchronous motors. – Lausanne, Switzerland: École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), 2005. – P. 180.
7. Дианов А.Н. Разработка и исследование системы бездатчикового управления вентильным двигателем: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2004.
8. Vas P. Sensorless, Vector and Direct Torque Control. – Oxford: Science Publications, 1998. – P. 60.
9. Петроченков А.Б., Даденков Д.А., Поносова Л.В. К вопросу о классификации автоматизированных систем управления // Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2009. – № 3. – С. 243–255.
10. Schröder D. Elektrische Antriebe – Regelung von Antriebssystemen. – 3th edn. – Berlin Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 2008.
11. Sensorless Torque Control of Salient-Pole Synchronous at Zero Speed Operation / A. Takashi, A. Toba, T. Yanase, A. Mashimo, K. Endo // IEEE Transaction on Power Electronics. – 1999. – P. 202–208.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКОВ АНКЕТНЫМ МЕТОДОМ

**Канд. техн. наук, старший преподаватель А.В. Кулев,
канд. техн. наук, доцент М.В. Кулев,
студентка Е.А. Абрамова**

**Орловский государственный университет
им. И.С. Тургенева**

В статье рассматриваются вопросы автоматизации обследования пассажиропотоков анкетным методом на городском общественном транспорте. В качестве примера приведена база данных, использованная для обследования пассажиропотоков в городе Орле: представлены ее структура, формы для заполнения анкеты, формы вывода результатов.

Ключевые слова: автоматизация; пассажирский транспорт; пассажиропоток; анкетный метод; база данных.

AUTOMATION OF PASSENGER SURVEYS QUESTIONNAIRE METHOD

**Ph.D. in Technical Sciences, Senior Lecturer A.V. Kulev,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor M.V. Kulev,
Student E.A. Abramova**

Orel State University named after I.S. Turgenev

This article discusses the problems of automation of passenger surveys of survey method on urban public transport. As an example, given the database used for the survey of passenger flows in the city of Orle submitted its structure, forms to fill out questionnaires, forms, output.

Keywords: automation; passenger transport; passenger traffic; questionnaire method; the database.

Система пассажирского городского общественного транспорта является одной из наиболее важных систем, отвечающих за эффективное функционирование города в целом, поэтому крайне важно поддерживать все показатели маршрутной транспортной сети в оптимальном состоянии, соответствующем реальным потребностям населения в передвижениях. С этой целью в любом населенном пункте, имеющем систему городского пассажирского транспорта, проводят систематические обследования пассажиропотоков. В существующей классификации методов обследования пассажиропотоков присутствуют автоматизированные методы (рис. 1). Однако область

применения данных методов для оптимизации маршрутной транспортной сети является сильно ограниченной, а стоимость оборудования для обследования данными методами весьма высока и является неподъемной для бюджета большинства средних и малых городов России [1, 2, 3, 4]. В связи с этим перспективным направлением является автоматизация отдельных этапов других методов обследования пассажиропотоков.

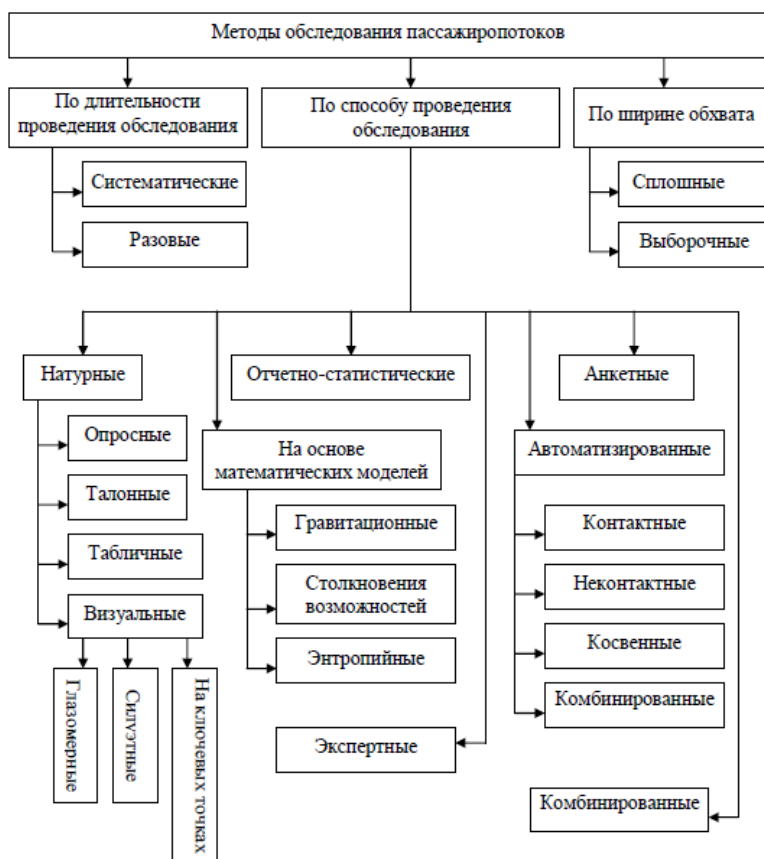


Рис. 1. Классификация методов обследования пассажиропотоков

Для обследования пассажиропотоков в городе Орле применялась комбинация из трех методов обследования пассажиропотоков: анкетный, силуэтный и табличный [5, 6, 7, 8, 9]. С целью минимизации време-

ни на проведение обследования пассажиропотоков и ускорения процесса получения результатов для анкетного обследования было принято решение использовать базу данных и разместить ее в Интернете. База данных обследования пассажиропотоков анкетным методом включает в себя: базу данных программные, технические, языковые и организационно-методические средства, обеспечивающие централизованное накопление и коллективное многоцелевое использование данных (рис. 2).



Рис. 2. Компоненты базы данных

База данных разработана в среде системы управления базами данных (СУБД) MS Access, которая относится к системам управления реляционными базами данных нового поколения. В данной среде имеются все необходимые средства для определения и обработки данных, в том числе элементы управления информацией для обработки значительных объемов данных.

Структура базы данных состоит из 3 связанных таблиц: «анкета», «улицы», «остановки». Таблицы «улицы» и «остановки» относятся к таблицам нулевого уровня, так как информация в них не зависит от данных других таблиц и является справочными данными. Таблица «анкета» является таблицей первого уровня, так как, данные, входящие в нее, зависят от данных таблиц нулевого уровня («улицы», «остановки»). Связь между полями таблиц осуществлена по схеме «один ко многим» (рис. 3).



Рис. 3. Структура базы данных

Для упрощения процесса заполнения базы данных была разработана интуитивно-понятная форма, размещенная в Интернете (рис. 4).

АНКЕТА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПЕШЕХОД ПАССАЖИРОВ НА ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ		5. Как часто вы пользуетесь транспортом:																																					
Номер Анкеты: 2132		Название начальной остановки: [Гда Орел] Цель поездки: 1-2 3-4 5-6 Каждый день Название конечной остановки: [Экран]																																					
1. К какой льготной группе пассажиров Вы относитесь: <input type="checkbox"/> а) пенсионер <input type="checkbox"/> б) школьник № школы: [] <input checked="" type="checkbox"/> в) студент Вуз: [Государственный - УНПК] <input type="checkbox"/> г) другое указать: <input type="checkbox"/> д) льготным пассажиром не являюсь (перейти к вопросу №3)		<table border="1"> <tr> <td>1. Учеба</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Работа</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Лечение</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Покупки</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Тц Тургеневский</td> </tr> <tr> <td>5. Досуг</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Стадион им. Ленина</td> </tr> <tr> <td>6. Другое</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>		1. Учеба	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2. Работа	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3. Лечение	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4. Покупки	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Тц Тургеневский	5. Досуг	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Стадион им. Ленина	6. Другое	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1. Учеба	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
2. Работа	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
3. Лечение	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
4. Покупки	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Тц Тургеневский																																		
5. Досуг	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Стадион им. Ленина																																		
6. Другое	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
2. Сколько месяцев в году Вы покупаете льготный проездной билет: <input type="checkbox"/> а) 12 мес. <input checked="" type="checkbox"/> б) от 6 до 12 мес. <input type="checkbox"/> в) до 6 мес. <input type="checkbox"/> г) по необк. (на 1 мес)		6. Сколько пересадок Вы совершаете за время поездки: <input checked="" type="checkbox"/> а) Ни одной <input type="checkbox"/> б) одну <input type="checkbox"/> в) две																																					
3. Какими видами транспорта Вы пользуетесь чаще всего: <input type="checkbox"/> а) трамвай <input type="checkbox"/> в) автобус большой вместимости <input checked="" type="checkbox"/> д) Газель <input checked="" type="checkbox"/> б) троллейбус <input checked="" type="checkbox"/> г) автобус ПА3		7. Примерный расход времени на поездку: Полное время одной поездки: 15 мин. Время подхода к остановке: 5 мин. Время ожидания на остановке: 2 мин.																																					
4. Какое количество поездок Вы совершаете в день: В Орле: <input checked="" type="checkbox"/> а) 1-2 поездки <input type="checkbox"/> б) 3-4 поездки <input type="checkbox"/> в) более 4 поездок В Пригороде: <input type="checkbox"/> а) 1-2 поездки <input type="checkbox"/> б) 3-4 поездки <input type="checkbox"/> в) более 4 поездок		8. Ваше место жительства: Орел: Улица [Советская улица] Пригород: Микрорайон [] <input checked="" type="checkbox"/> Железнодорожный Пригород: [] <input type="checkbox"/> Советские <input type="checkbox"/> Заводской <input type="checkbox"/> Северный																																					
		9. Вопрос: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>																																					
<input type="button" value="Сохранить"/>																																							

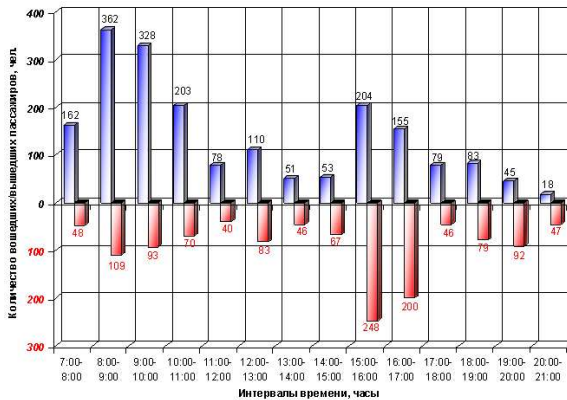
Рис. 4. Интерфейс формы заполнения базы данных, размещенной в Интернете

После обработки занесенной в базу данных информации с помощью запросов результаты обследования представляются в виде сводных таблиц и диаграмм (рис. 5).

Особенностью автоматизированного способа обследования пассажиропотоков анкетным методом является необходимость информирования населения города через средства массовой информации. В случае недостижения значений репрезентативной выборки по каким-либо микрорайонам города следует проводить анкетирование пассажиров с помощью учетчиков (например, на остановочных пунктах, крупных предприятиях, в пунктах продажи проездных билетов и т.д.). Общую схему проведения автоматизированного анкетного обследования пассажиропотоков можно представить в виде рис. 6.



а



б

Рис. 5. Пример представления результатов обследования пассажиропотоков: *а* – соотношение льготных групп пассажиров; *б* – пассажирооборот остановочного пункта

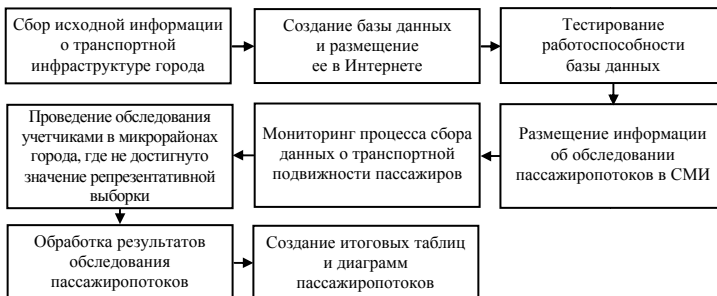


Рис. 6. Схема процесса обследования пассажиропотоков автоматизированным анкетным методом

Проведение обследования пассажиропотоков в городе Орле [5, 6, 7, 8] автоматизированным анкетным методом позволило сократить потребность в учетчиках на 64 %, снизить затраты на проведение обследования на 29 % и сократить трудоемкость обработки результатов на 15 %.

Библиографический список

1. О разработке программно-аппаратного комплекса автоматического определения пассажиропотока городского пассажирского транспорта / С.П. Усов, В.Е. Обрезкова, А.В. Липенков, О.А. Липенкова // Беспилотные транспортные средства: проблемы и перспективы: сб. материалов 94-й Междунар. науч.-техн. конф. ассоциации автомобильных инженеров. – 2016. – С. 248–253.

2. Использование информационных технологий для повышения эффективности сбора данных о пассажиропотоках городского пассажирского транспорта / С.П. Усов, В.Е. Обрезкова, А.В. Липенков, М.Е. Елисеев // Информационные технологии и инновации на транспорте: материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 30–36.

3. Бодров А.С. Система городского пассажирского транспорта города Орла. Проблемы, перспективы развития // Информационные технологии и инновации на транспорте: материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф. – Орел, 2016. – С. 339–349.

4. Повышение эффективности функционирования городского пассажирского транспорта / А.В. Кулев, А.Н., Новиков М.В. Кулев, Н.С. Кулева // Информационные технологии и инновации на транспорте: материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф. – Орел, 2016. – С. 378–382.

5. Интеллектуальная система управления грузовыми перевозками / А.Н. Новиков, А.А. Катунин, А.Н. Семкин, В.В. Васильева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 5-3(16-3). – С. 151–159.

6. Интеллектуализация дорожного движения на улице Наугорское шоссе города Орла / А.Н. Новиков, А.А. Катунин, В.В. Васильева, Д.Д. Матназаров // ГЛОНАСС – регионам: материалы 4-й Всерос. науч.-практ. конф. / под общ. ред. А.Н. Новикова. – Орел, 2014. – С. 48–54.

7. Оптимизация маршрутов пассажирского транспорта в г. Орле / А.Н. Новиков, А.В. Кулев, А.А. Катунин, М.В. Кулев, Н.С. Кулева // Мир транспорта и технологических машин. – 2015. – № 3(50). – С. 115–122.

8. Кулев А.В., Кулев М.В., Кулева Н.С. Оптимизация маршрутов городского пассажирского транспорта общего пользования // Информационные технологии и инновации на транспорте: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Орел, 2015. – С. 253–259.

9. Анализ системы городского пассажирского транспорта в г. Орле / А.В. Кулев, А.Н. Новиков, М.В. Кулев, Н.С. Кулева // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса: материалы 5-й Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Орел, 2016. – С. 218–228.

10. Novikov A.N., Vasileva V.V., Katunin A.A. Application of environmental monitoring systems as part of intelligent transport systems // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2014. – № S5. – С. 49–51.

ПОКАЗАТЕЛИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ SCADA-СИСТЕМ

Магистрант М.А. Чудинов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье приведены основные особенности нескольких SCADA-пакетов (Genie, OpenSCADA, TRACE MODE), краткое описание каждого из них. На примере реализации проекта представлены главные особенности показателей реального времени исследуемых SCADA-пакетов.

Ключевые слова: SCADA-система; Genie; Trace Mode; OpenSCADA; показатель реального времени; пользовательский графический интерфейс.

REAL-TIME VALUES IN SOFTWARE IMPLEMENTATION BASED ON SCADA-SYSTEMS

Master Student M.A. Chudinov

Perm National Research Polytechnic University

The article gives some information about main features of several SCADA-packages (Genie, OpenSCADA, TRACE MODE) and brief description of each other. The article describes main features of real-time values used in SCADA-packages.

Keywords: SCADA-system; Genie; Trace Mode; OpenSCADA; real-time value; graphical user interface.

Во многом все SCADA-пакеты похожи по своим базовым принципам построения и базовым компонентам. Конечно, есть и существенные отличия между разными SCADA-пакетами, но есть и общие черты, которые и проявляются в общности базовых компонентов [1].

SCADA-пакеты (или SCADA-системы) являются одним из инструментальных средств разработки программного обеспечения при проектировании систем автоматизации и управления [2].

В данной статье будут рассмотрены SCADA-пакеты Genie, OpenSCADA и TRACE MODE. Учитывая ограниченный объем статьи, для представления главных особенностей показателей реального времени на небольшом примере рассмотрено создание пользовательского интерфейса с выводом синусоидального сигнала на график в каждом из SCADA-пакетов, с возможностью отслеживания измене-

ний сигнала и контролем аварийной ситуации путем изменения цвета индикатора по превышению аварийного порога.

Система Genie. Первым и одним из примеров открытых SCADA-систем является наиболее простой при использовании – Genie. Важно то, что, разобравшись с базовыми принципами построения и базовыми компонентами на примере Genie, гораздо легче приступать к работе с современными SCADA-пакетами, которые, как правило, имеют более сложный и разветвленный интерфейс, что обуславливается тем, что они предоставляют гораздо больше функций и средств для работы [1].

Для использования возможностей программирования в данном SCADA-пакете используется блок USER PROG. В окне редактирования данного блока размещаем разработанный код программы:

```
arg=arg+0.1;  
output 5*sin(arg) .
```

Для вывода синусоидального сигнала на график в проекте используется специальный блок графического интерфейса DISP. В описании программы указаны аварийный порог и индикатор, т.е. при превышении сигналом некоторого порога должно отображаться оповещение о превышении порога, как показано на рис. 1. Для этого используется блок «Сравнение», где сравниваются значения вышеобозначенных блоков, и результат выводится обратно на элемент DISP, но уже с привязкой к элементу графического интерфейса «Индикатор».

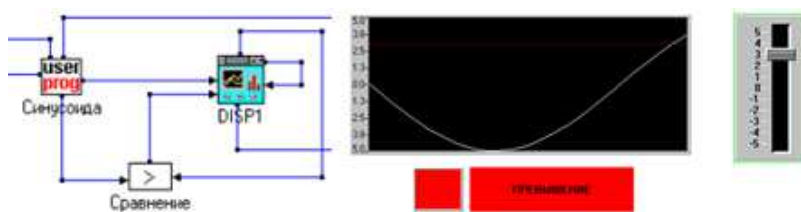


Рис. 1. Реализация сигнала «Синусоида» в SCADA-пакете Genie

Хочется отметить, что интересной особенностью данного SCADA-пакета является возможность сравнения не только через аргументы кода, но также и при помощи специального блока конструктора. Что касается настройки показателей реального времени в данном SCADA-пакете, то период обновления аргумента (выводимого на график) можно задать явно в свойствах элемента DISP. Это значение

может быть очень небольшим, к примеру 100 мс. Тем самым появляется возможность отслеживать изменение показателя за очень короткий промежуток времени.

Система OpenSCADA. Также одной из популярных открытых SCADA-систем является OpenSCADA, которая представляет собой открытую SCADA-систему, построенную по принципам модульности, многоплатформенности и масштабируемости [3].

Система OpenSCADA предназначена для выполнения как обычных функций SCADA-систем, так и для использования в смежных областях информационных технологий. Система проектирования OpenSCADA состоит из двух редакторов: системный конфигуратор; редактор пользовательского интерфейса.

В проекте создается виджет (визуальный элемент) типа `wdg_Box` для задания страницы, что осуществляется нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов. На рис. 2 представлены окно вывода графика, а также ползунок для изменения порогового значения.

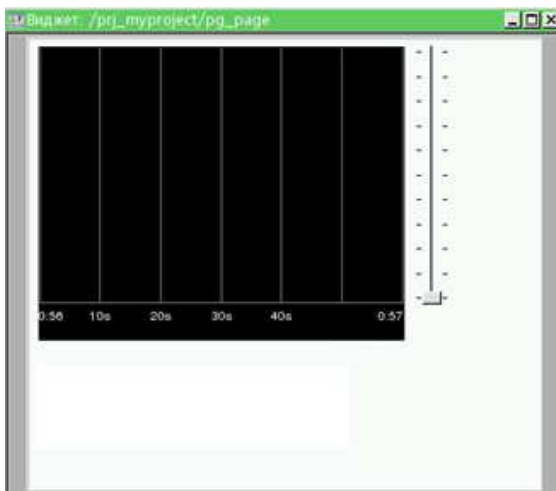


Рис. 2. Пример пользовательского интерфейса

В OpenSCADA аналогом USER PROG у Genie является шаблон контроллера, окно редактирования данного шаблона представлено на рис. 3. В настройках шаблона проводится написание кода программы и задание типа используемых переменных. Здесь пользователь может выбрать и язык программирования.

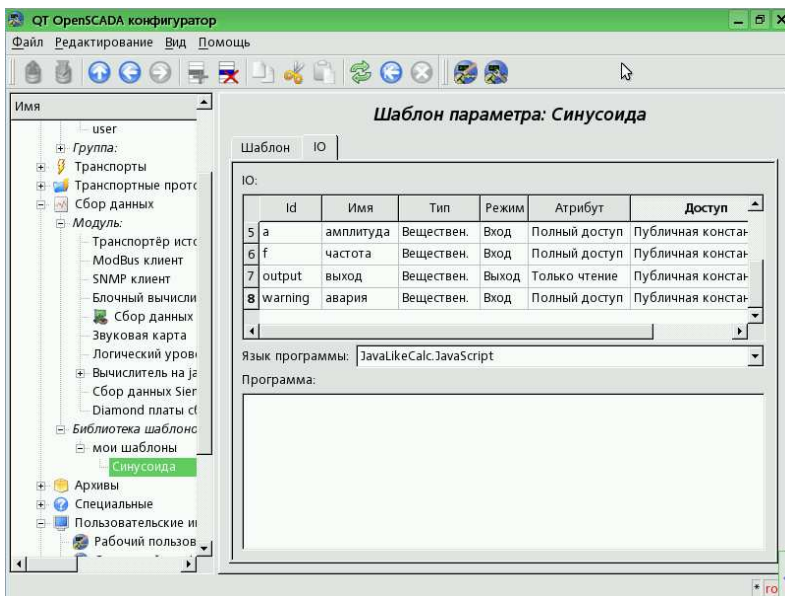


Рис. 3. Окно редактирования шаблона источника сигнала

Для добавления условия сравнения сигнала с порогом и отображения индикации необходимо написать программу к диаграмме для изменения ее фона при превышении порога. Эту программу также помещаем на вкладку «Обработка» для страницы:

```

if (Diagram_val>Diagram_val1){
    if (state==1){
        state=0;
        Diagram_backColor="#000000"; }
    else { state=1;    Diagram_backColor="#FF0000"; }
} else Diagram_backColor="#000000";

```

Таким образом, связав источник сигнала и интерфейс пользователя, а также немного преобразовав используемый в Genie код, получим отображение сигнала на диаграмме, как показано на рис. 4.

В данном SCADA-пакете присутствует возможность настроек периода обновления аргумента в свойствах элемента. В настройках элемента интерфейса «Диаграмма» она обозначена как период слежения (собственно, чем он меньше, тем точнее будет отображаться сигнал). Минимальным предусмотренным значением здесь является одна секунда, с таким периодом происходит прорисовка синусоиды.

Минимальный период обновления аргумента (выводимого на график) по сравнению с Genie здесь значительно больше – изменение показателя, а в данном случае прорисовка графика, выполняется только через каждую секунду.

Другим настраиваемым показателем реального времени в данном SCADA-пакете является «Вычисление процедуры», измеряемое в миллисекундах. Этот показатель устанавливается при редактировании программного кода шаблона контроллера. Тем самым обеспечивается необходимое время вычисления.

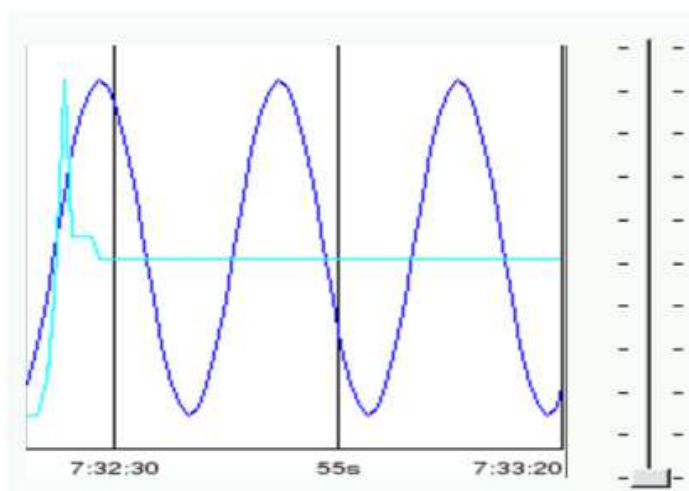


Рис. 4. Реализация синусоидального сигнала в SCADA-пакете OpenSCADA

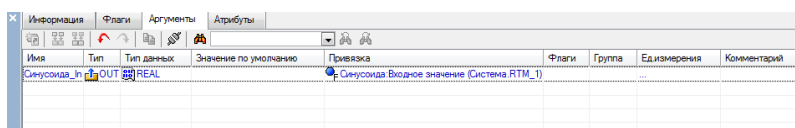
В контексте данного вопроса следующее: преимуществом OpenSCADA является то, что у него открытый исходный код. Таким образом, указанные выше показатели реального времени могут быть изменены на уровне программного кода с последующей его компиляцией и получением SCADA-пакета, дополненного под потребности разработки.

Система TRACE MODE. Программный комплекс TRACE MODE предназначен для разработки программного обеспечения автоматизированных систем управления технологическим процессом, а также для обеспечения их функционирования в реальном времени [4]. Инструментальная система TRACE MODE 6 состоит из интегри-

рованной среды разработки и отладочного монитора реального времени – профайлера.

Основные компоненты используемые для реализации поставленной задачи: Экран, Канал, Программа.

Связь между аргументом программы и графическим элементом пользовательского интерфейса осуществляется при помощи «Каналов» – связующего звена между данными элементами, создание «канала» представлено на рис. 5. После их построения проводится привязка элементов интерфейса к каналам. Таким образом, для пользователя аргумент программы впоследствии будет представлен графическим элементом, работающим в заданном программой режиме.



Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию	Привязка	Флаги	Группа	Единица измерения	Комментарий
Синусоида_In	In	OUT REAL		Синусоида Водное значение (Система RTM_1)				

Рис. 5. Создание канала на примере синусоиды

Графические элементы, в свою очередь, располагаются на блоке «Экран», в данной среде разработки он используется для реализации пользовательского интерфейса (рис. 6).

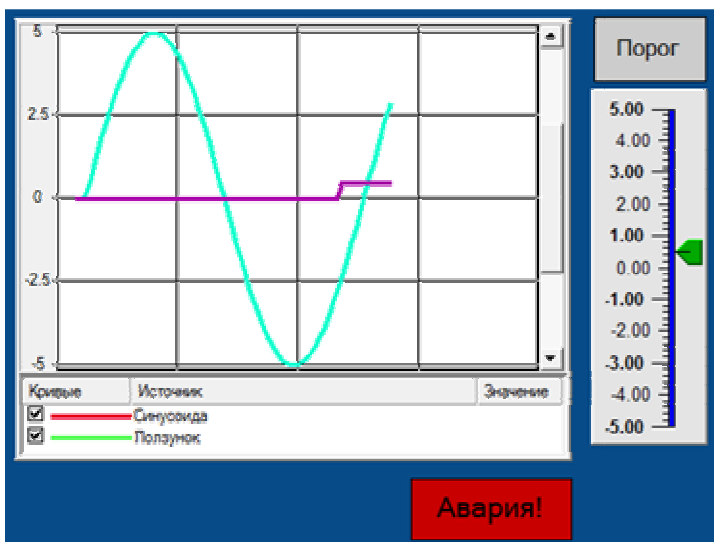


Рис. 6. Реализация синусоидального сигнала

Блок «Программа» отвечает за реализацию написанного ранее программного кода, используемого в Genie.

В полной версии данный SCADA-пакет не является бесплатным в отличие от двух предыдущих. Установка значения обновления аргумента в явном виде не предусмотрена. Из подобных настроек временных показателей в свойствах графического элемента «Тренд» можно найти настройку оси времени с периодом подписи, устанавливаемым диапазоном и настройкой единиц измерения (как показано на рис. 7).

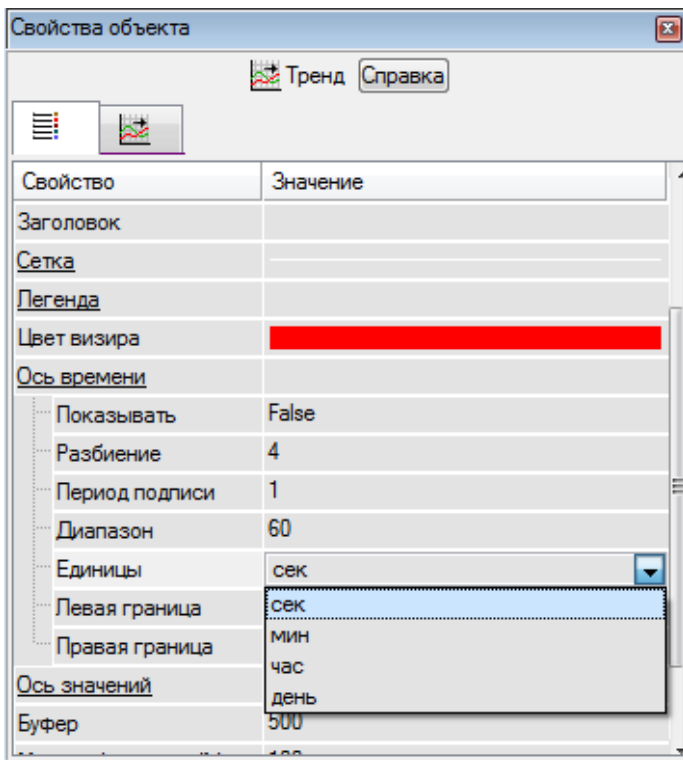


Рис. 7. Окно редактирования свойств объекта «Тренд»

Закключение. В статье были рассмотрены основные особенности работы с каждым из исследуемых SCADA-пакетов, а также приведено краткое описание каждого из них. SCADA-пакеты обладают различными настройками показателей реального времени. Для разных SCADA-пакетов реализованы различные возможности управления

ими. Если для одного пакета в стандартных настройках приведен один диапазон, в другом может быть указан совсем другой. Определяющим фактором в данном вопросе является возможность редактирования исходного кода. Если такая возможность есть, то SCADA-пакет может быть дополнен в соответствии с потребностями разработки.

Библиографический список

1. Кавалеров М.В. Компьютерные технологии управления в технических системах: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исследоват. политехн. ун-та, 2014. – 173 с.
2. Кавалеров М.В. К вопросу о термине «SCADA-система» // Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2011. – № 5. – С. 205–209.
3. Савоченко Р.А. Открытая SCADA-система OpenSCADA [Электронный ресурс]. – URL: ftp://ftp.oscada.org/OpenSCADA/3conferOSDN/ThesesConf091004_ru.pdf (дата обращения: 05.11.2016).
4. Trace Mode [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Trace_mode (дата обращения: 05.11.2016).

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ВИБРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ В SCADA-ПАКЕТЕ TRACE MODE

Магистрант М.А. Чудинов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Приведено краткое описание системы TRACE MODE, рассмотрены основные особенности работы с данной SCADA-системой. Для представления особенностей работы с TRACE MODE и в соответствии с задачей данной статьи реализован пользовательский интерфейс управления режимом испытаний газотурбинного двигателя и проведена проверка функционирования полученного прототипа системы управления.

Ключевые слова: SCADA-система; Trace Mode; газотурбинный двигатель; пользовательский графический интерфейс.

IMPLEMENTATION OF JET ENGINE VIBRATION CONTROL SYSTEM PROTOTYPE IN SCADA SYSTEM TRACE MODE

Master Student M.A. Chudinov

Perm National Research Polytechnic University

The article gives some information about SCADA-system TRACE MODE and its main features. The article is about implementation of jet engine vibration control system user interface

Keywords: SCADA-system; Trace Mode; jet engine; graphical user interface.

В настоящее время SCADA-системы являются наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами (процессами) в жизненно важных и критичных с точки зрения безопасности и надежности областях.

Вариант разработки программного обеспечения систем управления на основе SCADA-пакетов является альтернативой по отношению к разработке на основе универсальных средств и сред программирования.

Программный комплекс TRACE MODE предназначен для разработки программного обеспечения автоматизированных систем управления технологическим процессом, а также для обеспечения их функционирования в реальном времени [1]. SCADA-пакеты являются

одним из инструментальных средств разработки программного обеспечения при проектировании систем автоматизации и управления [2].

Для представления особенностей работы с TRACE MODE и в соответствии с задачей данной статьи требуется реализовать пользовательский интерфейс управления режимом испытаний газотурбинного двигателя (ГТД). Реализация данной задачи предполагает построение анимированной модели ГТД. На экране дисплея в графической и цифровой форме должны отображаться: скорость оборотов двигателя, значение коэффициента вибрации, текущее состояние системы (нормальное/аварийное), а также общее время работы системы.

Также должны быть обеспечены выдача сообщений о превышении вибрационных параметров по сравнению с допустимым уровнем и принятие системой соответствующих мер по предотвращению неисправностей.

Настройка параметров циклограммы должна проводиться через взаимодействие с интерфейсом (без изменения программного кода). Таким образом, в проекте будет организован многооконный интерфейс системы.

Описание реальной технической системы. Стендовый комплекс вибрационной диагностики авиационных ГТД предназначен для контроля вибраций газотурбинных двигателей во время испытаний, а также для регистрации вибрационного состояния двигателей с целью выработки рекомендаций для вибрационной доводки двигателя [3].

Описание модели объекта. Турбореактивный двигатель – воздушно-реактивный двигатель, в котором сжатие рабочего тела на входе в камеру сгорания и высокое значение расхода воздуха через двигатель достигаются за счёт совместного действия встречного потока воздуха и компрессора, размещённого в тракте турбореактивного двигателя сразу после входного устройства, перед камерой сгорания [4].

Вибрационная диагностика авиационных газотурбинных двигателей на стендовых испытаниях имеет характерные особенности, связанные с тем, что диагностируется не износ двигателя или возникновение и развитие дефекта, а технологические отклонения при изготовлении и сборке двигателя [3].

Разработка интерфейса окна настройки параметров циклограммы. Для настройки параметров циклограммы реализован пользовательский интерфейс, функции которого привязаны к аргументам разработанной программы, где представлен некоторый алгоритм

проведения стендовых испытаний. Во время работы с программой пользователь может менять настройки циклограммы и запускать испытания двигателя повторно.

Пользовательский интерфейс (рис. 1) представляет собой набор кнопок и текстовых элементов (для отображения вводимых значений).



Рис. 1. Окно настройки параметров циклограммы

Связывание параметров сигнала с элементами графического интерфейса. Вводимые с клавиатуры значения должны быть связаны с аргументами программы. После объявления аргументов в программе появляется возможность построения каналов, которые необходимо создать для привязки элементов интерфейса к аргументам. Таким образом, для пользователя аргумент программы впоследствии будет представлен графическим элементом, работающим в заданном программой режиме (рис. 2).

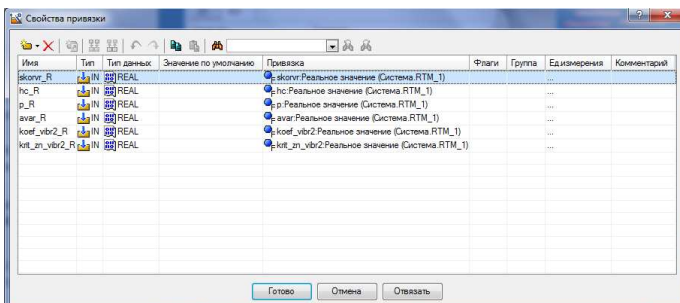


Рис. 2. Формирование привязки элементов интерфейса к аргументам программы

Индикация аварии. Блок «Программа» в данном SCADA-пакете отвечает за реализацию написанного ранее программного кода. При создании проекта используется язык программирования «Техно ST». Ниже представлены фрагмент кода, реализующего оповещение об аварийной ситуации и аварийный сброс оборотов:

```
//активация аварии
IF      (p>(zaderzhka+ftime+stime+zaderzhka1)      &&
a2==true && skorvr>0) THEN
  avar=1;
ELSE
  avar=0;
END_IF;
IF (p>(zaderzhka+ftime+stime+zaderzhka1)) THEN
//аварийный сброс оборотов
IF (koef_vibr2>krit_zn_vibr2) THEN
a2=true;
END_IF;
IF (a2==true && skorvr>=0) THEN
b=b-(sskor/(avar_sbrosstime));
```

Разработка интерфейса экрана стендовых испытаний. Далее перейдем к экрану проведения стендовых испытаний. Одной из задач данной работы является построение анимированной модели ГТД. Рассмотрим реализацию данной модели на экране тестовых испытаний двигателя (рис. 3).

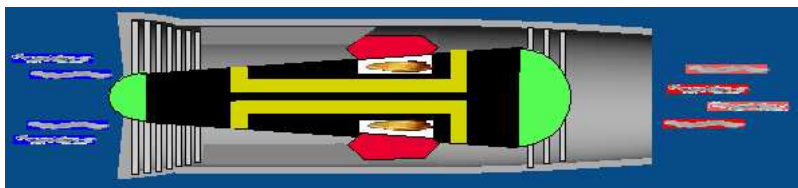


Рис. 3. Построенная модель газотурбинного двигателя

В данном примере осуществляется изменение цвета одного из роторов газотурбинного двигателя, в соответствии с этим проведена привязка к аргументу изменения скорости вращения. Когда обороты двигателя становятся больше 0, элемент меняет цвет с красного на зеленый. Следующим, не менее важным элементом проекта является построение графиков изменения скорости вращения и состояния (запуск/отключение) двигателя. Построение графиков реализуется при помощи элемента «Тренд». В свойствах данного элемента создается

объект «Кривая», проведенная впоследствии привязка к аргументу программного кода позволит отображать изменение аргумента на графике. На рис. 4 проведена привязка к скорости вращения ротора и установлены минимальное и максимальное значения для оси ординат формируемого графика.

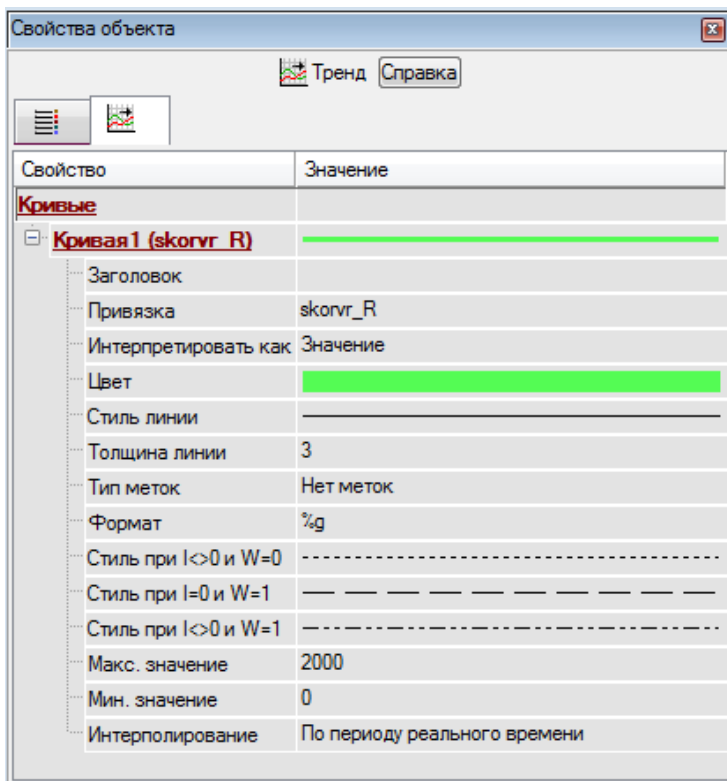


Рис. 4. Настройка параметров элемента «Тренд»

Проверка функционирования полученного варианта системы. На рис. 5 также представлен пример выдачи оповещений о превышении вибрационных параметров по сравнению с допустимым уровнем и принятия системой соответствующих мер (аварийный сброс оборотов). Таким образом, к моменту окончания разработки проекта также было реализовано окно проведения стендовых испытаний (рис. 5).

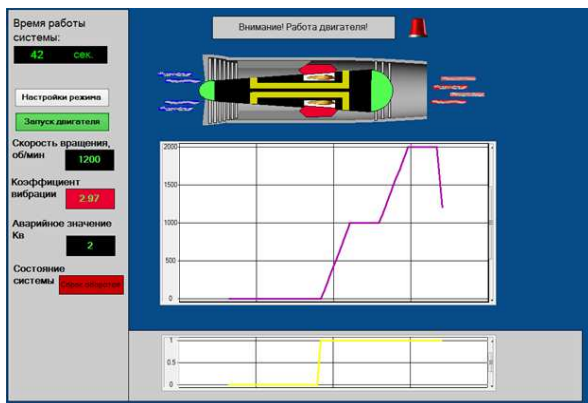


Рис. 5. Окно проведения стендовых испытаний

Заключение. В данной статье представлен прототип стендового комплекса диагностики авиационных двигателей, включающий в себя окно настройки параметров циклограммы и экран стендовых испытаний двигателя. Проведена проверка функционирования полученного прототипа системы управления. Были рассмотрены основные особенности работы со SCADA-пакетом TRACE MODE. Вариант разработки программного обеспечения систем управления на основе SCADA-пакетов является альтернативой по отношению к разработке на основе универсальных средств и сред программирования.

Библиографический список

1. Trace Mode [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Trace_mode (дата обращения: 05.11.2016).
2. Кавалеров М.В. Компьютерные технологии управления в технических системах: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 173 с.
3. Стендовый комплекс диагностики авиационных двигателей [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cta.ru/cms/f/343222.pdf> (дата обращения 05.11.2016).
4. Турбореактивный двигатель [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Турбореактивный_двигатель (дата обращения: 05.11.2016).

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ СТЕПЕНИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ЭНТРОПИИ ОПТОЛЕПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СКАНИРОВАНИЯ

**Старший преподаватель С.И. Сташков,
д-р техн. наук, профессор А.Г. Шумихин,
канд. техн. наук, доцент П.Ю. Сокольчик**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассматривается способ определения степени однородности многокомпонентных гетерогенных смесей инструментальным бесконтактным методом с использованием оптолептической информации о поверхности смеси, который можно реализовать в автоматических системах. Оптолептическая информация может быть получена с помощью стандартных светосканирующих устройств. В основе оценки степени гомогенизации используется величина – энтропия оптолептической информации. Метод может быть распространен на широкий ассортимент смесевых гетерогенных композиций.

Ключевые слова: смешение; смесевые композиции; гомогенизация; однородность; оперативный контроль; инструментальный оптолептический метод; энтропия информации.

OPERATION MONITORING OF GOMOGENIZATION DEGREE OF MULTI-COMPONENT MIXTURES BASED ON ENTROPY OF OPTOLEPTICAL INFORMATION USING METHODS OF PHOTSENSITIVE SCANNING

**Senior Lecturer S.I. Stashkov,
Doctor of Technical Sciences, Professor A.G. Shumikhin,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor P.Yu. Sokolchik**
Perm National Research Polytechnic University

In this article we consider technique of determination of degree of homogeneity of heterogeneous mixtures by using tool contactless method. This method uses optoleptical information of mixture surface. This method can be used in automatic control systems. An optoleptical information may be obtained using standard devices of photosensitive scanning. The value of entropy of optoleptical information is used to estimate the degree of mixture homogenization. The method can be applied to a wide range of heterogeneous mixtures.

Keywords: mixing; heterogeneous composition; homogenization; homogeneity; operation monitoring; tool optoleptical method; entropy of information.

В химической, нефтяной, нефтеперерабатывающей, строительной и многих других отраслях промышленности получение большого числа видов продукции происходит путем смешения некоторых исходных как жидких, так и твердых компонентов для получения гомогенизированного продукта заданного состава. При этом степень гомогенизации смеси является одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на характеристики готовой продукции.

Для оперативного контроля однородности смесей предложен способ определения степени гомогенизации гетерогенных смесей по оптолептической информации об их поверхности [4].

Получение оптолептической информации о состоянии смеси возможно путем применения для поверхностей образцов смеси светочувствительного сканирования с использованием, например, RGB-цветовой модели. Наиболее распространенной формой представления оптолептической информации в цифровой форме является двумерная матрица, каждый элемент которой описывает яркость или цвет элемента изображения с соответствующими координатами. Отраженный от объекта свет попадает на светочувствительную матрицу, каждый элемент которой выдает электрический сигнал, пропорциональный силе падающего света. Для каждой ячейки светочувствительной матрицы вырабатываются три сигнала, пропорциональные разным компонентам излучения. Наиболее часто используется разложение в три составляющих: красную (R), зеленую (G) и синюю (B).

Степень однородности определяется по энтропии оптолептической информации в битах [4]:

$$H = -1,44 \cdot \sum_{i=1}^k p_i \cdot \log_2 p_i ,$$

где p_i – вероятность появления i -го уровня цветовой информации.

Изображение поверхности композиций снимается на различных стадиях гомогенизации, которые определяются, например, тактами работы мешалки смесителя.

Таким образом, о степени однородности перемешиваемой гетерогенной смеси можно судить по значению энтропии оптолептической информации об ее поверхности. При этом для реализации данного способа в качестве оперативного контроля степени гомогенизации в системе автоматического управления светочувствительное

сканирование поверхности смеси осуществляют в аппарате смешения дистанционно, а сканирование сопровождается светодиодной подсветкой поверхности смеси белого цвета со стабилизированным источником питания.

Согласно [4] способ определения степени гомогенизации гетерогенной смеси можно представить в виде следующего алгоритма:

1. С помощью светосканирующего устройства снимается образ поверхности смеси в растровоцифровой форме с последующей передачей информации на устройство обработки оптолептической информации.

2. По данным исследования формируются матрицы O_R , O_G , O_B отображения цветовых составляющих.

3. Строятся эмпирические законы распределения интенсивности цветовых составляющих $P_R(\xi)$, $P_G(\xi)$, $P_B(\xi)$, для чего подсчитывается количество точек с одинаковым состоянием интенсивности, где ξ – состояние световой интенсивности точки поверхности.

4. Определяется значение энтропии оптолептической информации для каждого цветового слоя, а затем суммарная энтропия.

5. По значению суммарной энтропии судят о степени гомогенизации композиций.

В некоторых случаях к недостаткам описанного выше способа можно отнести низкую точность контроля степени однородности гомогенизируемой гетерогенной композиции. Это связано с тем, что для некоторых композиций в силу свойств отдельных их компонентов отражать и поглощать определенную длину волны чувствительность метода может быть разной, поэтому подсветку отдельных смесей целесообразно осуществлять волной определенной длины. Так как заранее требуемая длина волны для той или иной смеси не известна, то целесообразно подсветку ее поверхности осуществлять поочередно источниками света с различной длиной волны. При этом по полученной в ходе дистанционного сканирования оптолептической информации вычисляют энтропию оптолептических слоев и анализируют динамику ее изменения.

Абсолютная разность энтропий указывает на угол наклона экспоненциальной зависимости, которой выражается уменьшение энтропии оптолептической информации, т.е. чем больше значение этой разности, тем наибольшее приращение имеет функция энтропии на

каждом такте смешения. Чем больше величина данного приращения, тем более точно можно определить изменение энтропии [2]. После этого о степени гомогенизации смеси судят по энтропии оптолептической информации, полученной при подсветке источником света с таким спектром излучения, при котором изменение энтропии оптолептической информации будет выражено максимально [5].

Однако на практике часто возникает ситуация, когда в связи, например, с неровностью поверхности, пылеобразованием или подвижностью смеси возможна «зашумленность» изображения поверхности образца. В этом случае использование энтропии оптолептической информации во всех цветовых слоях не приводит к требуемому результату. Поэтому целесообразно использовать некоторый индикатор и энтропию только того оптолептического слоя, в котором спектр излучения этого индикатора представлен максимально [3].

В качестве индикатора возможно использование люмогена, являющегося основой для люминесцентного метода анализа степени однородности сухих смесей.

Суть люминесцентного метода анализа степени однородности сухих смесей состоит в определении равномерности распределения люмогена в пробах смеси. О равномерности распределения люмогена судят по его свечению в ультрафиолетовом спектре.

С целью оценки влияния вносимого люмогена на свойства (характеристики) смеси предпринято следующее исследование [1]. В гомогенизируемую смесь вводился люмоген в соотношениях 0,1 % и 0,2 % от массы смеси. Гомогенизация происходила при температуре $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Результаты исследования показали, что добавка люмогена в количестве до 0,2 % от массы смеси не влияет на технологические свойства смеси. Поэтому применение люмогена при оценке степени однородности перемешивания смеси приемлемо.

Рассмотренный способ применим, в частности, в производстве сухих тампонажных смесей для приготовления растворов при цементировании обсадных колонн нефтяных и газовых скважин.

Реализация предложенных решений в автоматизированных системах управления технологическим процессом приготовления смесевых композиций позволяет осуществлять оперативный контроль качества гомогенизации многокомпонентных смесей по оптолептической информации об их поверхности.

Библиографический список

1. Оценка качества гомогенизации бетонных смесей по оптолептической информации об их поверхности с применением люминесцентного анализа / А.Г. Шумихин, П.Ю. Сокольчик, С.И. Сташков, М.В. Малимон // Измерение, контроль, информатизация: матер. XVI Междунар. науч.-техн. конф. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – Т. 2.

2. Применение оптолептического инструментального метода контроля степени гомогенизации многокомпонентных смесей в системе управления электроприводом перемешивающего устройства / С.И. Сташков, А.Г. Шумихин, П.Ю. Сокольчик // Автоматизация в электроэнергетике и электротехнике: материалы I Междунар. науч.-техн. конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015.

3. Способ определения качества гомогенизации гетерогенных смесей: пат. № 2544290 Рос. Федерация / А.Г. Шумихин, П.Ю. Сокольчик, С.И. Сташков, М.В. Малимон; опубл. 20.03.2015.

4. Способ определения степени гомогенизации гетерогенных смесей по оптолептической информации об их поверхности: пат. № 2489705 Рос. Федерация / А.Г. Шумихин, П.Ю. Сокольчик, С.И. Сташков; опубл. 10.08.2013.

5. Способ определения степени гомогенизации многокомпонентных гетерогенных смесей: пат. № 2564455 Рос. Федерация / А.Г. Шумихин, П.Ю. Сокольчик, С.И. Сташков; опубл. 10.10.2015.

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ ЭНЕРГОБЛОКА 800 МВт

Аспирантка Н.И. Берсенева,
канд. техн. наук, доцент, профессор Б.Г. Стафейчук
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Рассматривается система управления мощностью энергоблока 800 МВт тепловой электростанции в режиме нормированного первичного регулирования частоты. Выполнен анализ статистических характеристик динамики энергоблока, который проводился с применением пакета Signal Processing Toolbox, реализующего функции цифровой обработки сигналов. При идентификации объекта получены передаточные функции по каналам «расход топлива – мощность парогенератора» и «расход пара – мощность турбоагрегата», оценена их адекватность.

Ключевые слова: тепловая электростанция; энергоблок; система автоматического регулирования; регулирование частоты; динамические характеристики; математические модели.

ASSESSMENT OF CHARACTER AND SIMULATION DISTURBANCE SYSTEM POWER CONTROL UNIT 800 MW

Graduate Student N.I. Berseneva,
Ph.D. in Technical Sciences, Professor B.G. Stafeychuk
Perm National Research Polytechnic University

We consider the control system of 800 MW thermal power unit in the mode of the normalized primary frequency control. The analysis of the statistical characteristics of the dynamics of power, which was conducted using the Signal Processing Toolbox package that implements the functions of digital signal processing. While identifying the object transfer functions on channels fuel consumption – the power of the steam generator and steam consumption – power turbine unit, assessed their adequacy.

Keywords: thermal power plant; power unit; automatic control system; frequency regulation; dynamic characteristics; mathematical models.

В настоящее время существует ряд документов [6, 7], определяющих нормы участия генерирующего оборудования тепловых электростанций в нормированном первичном и автоматическом вторичном регулировании частоты. Документы регламентируют требования к качеству регулирования нагрузки, при этом поддержание

остальных технологических параметров работы генерирующего оборудования должно быть на высоком уровне. Одним из таких показателей является частота тока в сети.

Известно, что изменения частоты и нагрузки взаимнокоррелированы. При анализе литературных источников [1, 4, 5] было выявлено, что задача исследования системы автоматического регулирования мощности энергоблока 800 МВт рассматривалась без учета реального характера возмущающих воздействий по нагрузке. В работе [3] при управлении частотой ставится проблема учета статистических свойств возмущений энергосистемы.

В настоящей работе энергоблок 800 МВт тепловой электростанции, в состав которого входят прямоточный котел типа ТПП-804 (ПП-2650-255-545/545) ТКЗ, работающий на газе, паровая турбина К-800-240-5 ПО ЛМЗ и генератор переменного тока ТЗВ-800-2УЗ ЛЗО «Электросила», рассматривается как объект управления. Структурная схема энергоблока представлена на рис. 1.

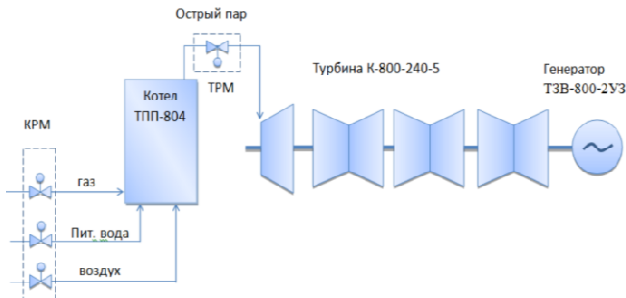


Рис. 1. Структурная схема энергоблока

Сотрудниками электростанции экспериментально исследованы переходные процессы по каналам «расход газа – мощность энергоблока», «расход острого пара – мощность энергоблока».

Экспериментальные переходные характеристики были обработаны по методу площадей для котла и в пакете MatLab/Signal Toolbox по методу наименьших квадратов для турбины. Полученные передаточные функции имеют вид:

– по каналу «расход газа – мощность энергоблока»

$$\hat{W}_{\mu_1}(s) = \frac{4,6 \cdot e^{-240t}}{2600s^2 + 127s + 1} \left[\frac{\text{МВт}}{\%} \right], \tau_3 = 240 \text{ с};$$

– по каналу «расход острого пара – мощность энергоблока»

$$\hat{W}_{\mu_2}(s) = \frac{9,3}{11s+1} \cdot \frac{286s}{286s+1} \left[\frac{\text{МВт}}{\%} \right].$$

Для определения характера реальных возмущающих воздействий использованы тренды изменения мощности котла, мощности турбины, положения клапанов КРМ (котельный регулятор мощности) и ТРМ (турбинный регулятор мощности) в режиме нормальной эксплуатации.

Блок-схема моделей проведения вычислительного эксперимента по определению эквивалентных возмущений проточного котла и турбины, актуализированных в пакете MatLab/Simulink, представлена на рис. 2.

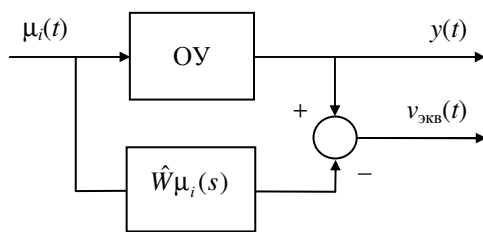


Рис. 2. Блок-схема моделей проведения эксперимента

По реализациям в вычислительном эксперименте случайных процессов для котельного агрегата (изменение мощности при изменении расхода газа) и турбоагрегата (изменение мощности при изменении расхода острого пара) найдены значения автокорреляционных функций и спектральных плотностей соответствующих сигналов [2].

Обработка результатов проведенных экспериментальных исследований позволяет с удовлетворительной точностью аппроксимировать автокорреляционные функции сигналов реакции на возмущения зависимостями следующего вида:

$$R_{xx}(\tau) = A_x \cdot e^{-a|\tau|} \cdot \cos(\omega \cdot \tau).$$

Библиографический список

1. Арефьева А.А., Бояршинов Д.Г., Давыдов Д.И. Модельные исследования системы автоматического регулирования мощности энергоблока 800 МВт // Теплоэнергетика. – 2003. – № 10. – С. 9–13.

2. Берсенева Н.И., Стафейчук Б.Г. К оценке характера реальных возмущающих воздействий в системе автоматического управления мощностью энергоблока 800 МВт тепловой электростанции // Автоматизация в электроэнергетике и электротехнике: матер. II Междунар. науч.-техн. конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. – С. 31–34.

3. Жигунов В.В., Шавочкин И.А. Повышение эффективности управления мощностью энергоблоков с применением дифференцирования в котельном регуляторе давления пара перед турбиной // Теплоэнергетика. – 2011. – № 10. – С. 60–69.

4. Динамические характеристики энергоблока 800 МВт с котлоагрегатом ТГМП-204 / М.Б. Койчу, В.Г. Кондратенко, П.С. Перловский, Б.Е. Симкин // Теплоэнергетика. – 1976. – № 4. – С. 10–16.

5. Выбор структуры и оптимальная настройка форсирующего командного устройства в системе автоматического управления мощностью энергоблока / Н.И. Смирнов, В.Р. Сабанин, Е.Ю. Бочкарева, А.И. Репин // Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2011. – № 1. – С. 10–17.

6. Стандарт ОАО СО ЕЭС СТО 59012820.27.100.002-2013. Нормы участия энергоблоков тепловых электростанций в нормированном первичном регулировании частоты и автоматическом вторичном регулировании частоты и перетоков активной мощности. – М., 2016.

7. Стандарт ОАО СО ЕЭС СТО 59012820.27.100.003-2012. Регулирование частоты и перетоков активной мощности в ЕЭС России. Нормы и требования. – М., 2012.

Секция 3

**ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ.
ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ

Магистрант Е.П. Чиж

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

В работе рассматриваются понятие экологического аудита, объекты исследования экологического аудита. Анализируя международный опыт проведения экологического аудирования, выделяются некоторые его разновидности и этапы проведения.

Ключевые слова: экология; аудит; экологический аудит; экомеджмент энергосбережение.

ECOLOGICAL AUDIT

Master Student E.P. Chyzh

Belarusian National Technical University,
Minsk, Republic of Belarus

The paper deals with the concept of environmental audit, environmental audit objects of study. Analyzing international experience in environmental auditing highlighted some of its varieties and stages of implementation.

Keywords: ecology; auditing; environmental auditing; environmental management energy conservation.

Термин «экология» появился не так давно, а именно в XX в. В формулировке Геккеля экология – наука, изучающая взаимоотношения живой и неживой природы. С тех пор понятие приобрело более широкий смысл. Теперь мы понимаем под экологическими проблемами пагубное воздействие человека на окружающую среду.

Экологический аудит (экоаудит) возник в США в середине 70-х гг. XX в. в связи с высокими показателями экологических аварий и катастроф, а также значительным увеличением экологических издержек на предприятиях химической промышленности. В 1980-е гг. экоаудит вошел в практику Великобритании, Нидерландов, Швеции и других развитых стран Европы. Нарастание общественного сознания в этих странах привело к специальному постановлению Европейского союза «Постановление об экоаудите» (1993). Этот документ имеет силу закона для производственных предприятий, расположенных на территории государств Европейского союза.

Выделяют следующие объекты экологического аудита:

- 1) материалы и сырьё;
- 2) продукты питания, пищеблок;
- 3) технологические процессы;
- 4) продукция;
- 5) выбросы в атмосферу;
- 6) сточные воды;
- 7) отходы;
- 8) средства индивидуальной и коллективной защиты;
- 9) техника безопасности;
- 10) положение о политике компании по охране труда и природной среды;
- 11) экопаспорт предприятия и др.

Как правило, процедура экоаудита является добровольной, однако в случае, когда деятельность предприятия явно угрожает окружающей среде и населению, по решению органов исполнительной власти может быть проведен принудительный аудит.

Основные функции экологического аудита таковы:

- оценка текущей деятельности компании с точки зрения экологического законодательства;
- обеспечение руководства информацией, необходимой для планирования и принятия управленческих решений;
- проверка решений руководства по вопросам, имеющим отношение к охране окружающей среды;
- укрепление доверия к предприятию (компании, корпорации) со стороны общественности, акционеров, правительства.

Таким образом, государственный контроль постепенно уступает место «самоконтролю», который выражается в распространении экологического аудита. Процедура экоаудита включает четыре этапа.

Первый этап – проведение предварительных мероприятий: определение первоочередных объектов экоаудита на основе оценок экологических рисков; составление графиков проведения экоаудита; разработка плана мероприятий по экологическому аудированию.

Второй этап – собственно аудирование: беседы с руководством и сотрудниками; работа с документами, визуальное и инструментальное обследование объекта, лабораторный анализ.

Третий этап – подготовка отчета по экоаудиту. Выявляется соответствие (несоответствие) экологических характеристик объекта

международным нормам, национальным законам и стандартам, нормам «самоконтроля» предприятия и взятым обязательствам. В заключительной части отчета даются рекомендации по исправлению нарушений и улучшению экологических характеристик предприятия.

Закреплены следующие примеры IC формы аудиторского заключения:

- а) безусловно положительное аудиторское заключение;
- б) условно положительное аудиторское заключение;
- в) отрицательное аудиторское заключение;
- г) с отказом от выражения мнения о достоверности бухгалтерской отчетности (о природоохранной деятельности).

Решение о соответствии деятельности аудируемого предприятия нормам, правилам, инструкциям, стандартам принимается согласно решающему правилу («критерий принятия решения об одобрении предприятия»):

– деятельность признают соответствующей требованиям при отсутствии значительных несоответствий или при наличии не более 10 малозначительных несоответствий;

– деятельность признают несоответствующей требованиям при наличии одного значительного или более 10 малозначительных несоответствий.

Четвертый этап – реализация результатов экологического аудита: доведение результатов до руководства предприятия, сотрудников, акционеров, общественности, государственных органов, партнеров по бизнесу.

Международный опыт проведения экологического аудирования позволяет выделить некоторые его уровни и разновидности : экологическое аудирование транснациональных корпораций; экологическое аудирование, инициированное на уровне государственных структур; отраслевое (корпоративное) экологическое аудирование; внутреннее экологическое аудирование предприятий.

Экологическое аудирование, проводимое для подготовки договора экологического страхования конкретного предприятия, должно сочетать в себе, по крайней мере, три вида экологического аудирования: территориальное, отраслевое, внутреннее.

Эффективность и полезность экоменеджмента и системного аудита очевидны, поскольку эта процедура позволяет:

- рационально распределить материальные издержки организаций на основании определенных экологических факторов;
- предотвратить вероятность финансовых потерь, связанных с нерациональным использованием ресурсов природы и загрязнением экологии;
- установить доверительные взаимоотношения с местным населением и органами природоохранной сферы;
- получить возможность пользоваться определенными льготами и субсидиями для компаний, вносящих значительный вклад в охрану природы;
- выйти на международные стандарты управления по вопросам экологии, связанным с вкладом отечественных предприятий в систему международной экономики и экологической безопасности.

Правила и порядок ведения документации по экоаудиту, внедрение новаторских аудиторских программ и применение полученных данных помогут существенно изменить ситуацию экологии в стране. В основном это касается предприятий промышленности, организаций и субъектов, которые могут нести угрозу загрязнения природной среды. В комплексе экоаудит представляет собой независимую документальную проверку с оценкой хозяйствования и выполнения всех нормативов в области экологии с последующими рекомендациями, направленными на корректировку природоохранной политики.

Программа экологического аудита дает возможность владельцам предприятий:

- определить экологическую стратегию и политику руководства предприятия;
- выгодно использовать льготы по налогообложению с использованием инновационных ресурсосберегающих технологий;
- минимизировать негативные последствия, связанные с остановкой производства;
- уменьшить вероятность чрезвычайных ситуаций по загрязнению окружающей среды;
- установить благоприятные отношения с местными властями, органами надзора и населением;
- повысить спрос на производимые товары и услуги на внешнем и внутреннем рынке;

- сделать предприятие привлекательным для инвесторов;
- вывести предприятие на международный уровень по мировым стандартам экологии.

Заключение экоаудита оформляется в стандартной форме, включающей:

1. Вывод по итогам проверки относительно соответствия природоохранной политики компании действующим законам, нормативам и требованиям;

2. Анализ состояния финансовых и хозяйственных отчетных документов, точность предусмотренных экологических выплат, целесообразность использования финансовых ресурсов, выделяемых на природоохранные мероприятия;

3. Оценку влияния исследуемого объекта на окружающую среду, экологическую ситуацию в регионе, на здоровье сотрудников. Анализ сведений о размере и наличии выбросов вредных веществ, ограничение которых предусмотрено международными соглашениями;

4. Итоги проверки роста объемов выпуска товаров с учетом изменения выброса загрязняющих веществ в окружающую среду, потребления природных и энергоресурсов;

5. Данные анализа при сравнении важнейших показателей экологической деятельности проверяемого предприятия с аналогичными отечественными и зарубежными объектами;

6. Оценка возможной угрозы в случае создания аварийной ситуации, правильность составленных планов предотвращения негативных последствий и ликвидации аварийных очагов, а также достаточность имеющихся для этого материальных ресурсов;

7. Выводы относительно квалификации и компетенции специалистов, ответственных за природоохранные мероприятия, наличие у них техсредств для контроля состояния объекта;

8. Заключение об уровне информированности руководства предприятия о размере загрязнения экологии в процессе производственной и хозяйственной деятельности. Выводы о наличии мотивационных и стимулирующих программ, направленных на защиту окружающей среды и снижение энергозатратности и материалоемкости производимых товаров.

Постановлением Совета министров от 26.05.2016 г. № 412 утверждено Положение о порядке проведения экологического аудита. Согласно положению экологический аудит проводится по следую-

щим направлениям: использование и охрана вод; использование и охрана земель (включая почвы); охрана атмосферного воздуха и озонового слоя; обращение с отходами; обращение с химическими веществами; обращение с объектами растительного мира; обращение с объектами животного мира; использование и охрана недр и др. В рамках проверки оценивается состояние окружающей среды в пределах зоны воздействия объектов аудируемого субъекта.

Проверяется документация, за исключением финансовой отчетности. В зависимости от оснований выделяются три вида проверки: полный, предварительный или специализированный экологический аудит. Экологический аудит в Республике Беларусь может осуществляться в нескольких направлениях. Во-первых, в сфере внутреннего обеспечения работы предприятия. Экологическая безопасность на заводе, фирме и т.д. играет важную роль, в первую очередь, для здоровья сотрудников организации. Во-вторых, экологический аудит имеет и внешнее значение. В данном случае речь идет о безопасности воздействия работы предприятия, а также его конечной продукции на окружающую среду.

Библиографический список

1. Экология и экономика природопользования: учеб. для вузов / под ред. проф. Э.В. Гирусова, проф. В.Н. Лопатина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА: Единство, 2002. – 519 с.
2. Бурцев А.Л. Анализ и прогнозирование финансовой устойчивости организации. – М.: Аудит и финансовый анализ, 2010. – 384 с.
3. Экономическая и финансовая политика в сфере охраны окружающей среды / под ред. В.И. Данилова-Данильяна. – М.: Изд-во НУМЦ Госкомэкологии РФ, 1999.
4. Экологический менеджмент и экологический аудит: теория и практика: учеб. пособие / Л.М. Булгакова [и др.] / Воронеж. гос. ун-т инженерных технологий. – Воронеж, 2013.
5. Постановление Совета министров от 26.05.2016 г. № 412 Положение о порядке проведения экологического аудита // Доступ из Справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Магистрант А.В. Чудинов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассматриваются основные выгоды от использования альтернативных источников энергии. Во многих странах происходит рост энергопотребления, в результате чего возникает вопрос повышения эффективности энергопотребления. В мире происходит сокращение запасов органического топлива, растут проблемы энергетической безопасности, обусловленные вредными воздействиями традиционной энергетики на окружающую среду, потери в электроэнергетических сетях составляют более 10 %. Таким образом, единственное решение – переход на альтернативную энергию. Правительства развитых стран принимают нормативные программы развития альтернативной энергии и тратят миллиардные бюджеты на их реализацию.

Ключевые слова: энергобезопасность, альтернативные источники энергии, гибридные системы.

THE USE OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES AND RENEWABLE SOURCES OF ENERGY IN ORDER TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY

Master Student A.V. Chudinov

Perm National Research Polytechnic University

The article discusses the main benefits of using alternative energy sources. The growth of energy consumption has been in many countries, resulting in the issue of increasing energy efficiency arises. Fossil fuel reserves are depleting, energy security problems are growing, caused by the harmful effects of traditional energy on the environment, the loss of electric power across networks account for more than 10 percent. Thus, the only solution is transition to alternative energy. Governments in developed countries create regulatory programs to develop alternative energy and spend billions of dollars in budget for their implementation.

Keywords: energy security, alternative energy sources, hybrid systems.

The issue of energy conservation technologies is considered at the level of international and public policy. Scientists discuss the problem of limited natural resources, some climate changes etc. Rising prices and energy tariffs directly influence the manufacturing process of any enterprise. The solution of this problem is seen by the scientists in energy sav-

ing. Energy conservation means the implementation of various measures to attract renewable energy into the production process. All activities on energy conservation have organizational, legal, scientific, economic and technical character. When talking about energy conservation, we also assume the preservation of natural resources, which is so far the actual problem. Currently, energy efficiency is the main task in the economic development of markets of consumer services and materials [1].

Scientists believe that the transition to a distributed generation system is promising and involves the construction networks which are independent from centralized generating facilities (alternative energy sources) in close proximity to local customers based on their specific requirements in terms of profile and consumption. In connection with what scientists consider alternative energy sources and possibilities of their use for specific purposes [2, 3].

Energy costs in Russia are one of the main items in the structure of production costs of major energy-intensive industries (chemical, metallurgy, petrochemical industry). Industrial companies are the largest consumers of energy, they are accounted for 50 % of energy consumption, with an average utilization rate of about 30 % energy saving potential lies here [4].

Using alternative energy acquires relevance in rapidly developing countries such as China, India and Brazil. Economic development is directly related to the growth of energy consumption.

According to the most of scientists, alternative energy has the following advantages:

1. Renewable energy sources will never run out and can reduce our dependence on fuel and energy from foreign governments.

2. Environmental benefits: renewable energy technologies are clean sources of energy that have a much lower environmental impact than conventional energy technologies.

3. Economic benefits: renewable energy is also cheaper and more economically sound than other sources of generated energy. It is estimated that hundreds of thousands of stable jobs will be created as a result of renewable energy manufacturing. Thousands of jobs have already been created in numerous European countries like the United Kingdom and Germany, which have adopted measures to manufacture renewable energy.

4. Stabilize energy prices: switching to renewable energy sources also mean steady pricing on energy. Since the cost of renewable energy

is dependent on the invested money and not on the increasing or decreasing or inflated cost of the natural resource, governments would only pay a small amount in comparison to the needlessly heavy pricing of the energy prices we are witnessing currently [5].

Combined or hybrid systems are effective systems with solar panels and wind turbines, which perfectly complement each other and provide a constant charging batteries. Hybrid systems have a higher efficiency than a single wind turbines and solar panels. So now scientists consider the benefits of using alternative energy sources for the United States, their development prospects. Wind generator is the main source of energy in a hybrid system. It is at least two times cheaper than solar panels, so it is advisable to establish, if local conditions allow it. A set of photovoltaic solar panels is an auxiliary source of energy. They help in the production of wind turbines and electricity saving in periods of prolonged windless weather. Solar panels work every day and thereby reduce the discharge of expensive batteries, greatly extending their service life [6, 7].

American scientists consider the advantages of using alternative energy sources in the article «Benefits of Renewable Energy Use» («Science for a healthy planet and safer world» journal). They note that the use of renewable energy sources will help to solve such problems such as reduction of global warming emissions, improving public health and environmental quality. This will lead to new jobs appearance and energy prices stabilization. Scientists believe that increase of the usage of renewable energy has the potential to create more jobs. In addition, local authorities collect taxes and other payments to the owners of the project Renewable Energy. The modular concept is the basis of modern systems and allows to achieve the required level of a given power, which significantly extends the application operation. Modular systems are composed of numerous individual wind turbines or solar arrays. Even if some of the equipment in the system is damaged, the rest can typically continue to operate. Thus, we get a more reliable and sustainable energy systems [8].

Another group of scientists describing the same problem, give statistics on the use of renewable energy in the United States in 2015 in the article “How much U.S. electricity is generated from renewable energy?”, published in the e – journal «Independent Statistics and Analysis”. They note that the largest share of electricity generated by renewable sources in 2015 came from hydroelectric power (46%), followed by wind (35 %), biomass wood (8 %), solar (5 %), biomass waste (3 %), and geothermal

(3 %). Scientists have concluded that the amount of electricity generated by wind increased significantly over the past eight years. Solar generation is almost three times from 2013 to 2015 [9].

The availability of renewable resources can vary. The amount of electricity generated by hydroelectric sources increases and decreases on an annual basis. This variation occurs primarily because of changes in rainfall and because of the amount of snowfall or melting snow in watersheds where hydroelectric dams are located. Like hydroelectric power, the amount of electricity generated from wind and solar resources can fluctuate as a result of daily and seasonal weather patterns.

According to these scientists, there are three types of government policies typically used in the United States to increase the use of renewable energy sources:

1. Financial incentives. States also offer financial incentives, such as grants, loans, rebates and tax credits to support renewable energy development.

2. Targets. As of July 2015, 30 states and the District of Columbia had implemented enforceable RPS. These standards require electricity providers to generate, or purchase, a certain portion of their power supplies from renewable sources.

3. Markets. Renewable Energy Certificates/Credits (RECs) allow residential consumers and businesses to purchase renewable electricity without the need for physical or contractual delivery of power generated from qualifying renewable energy sources [9].

J.Godson, M.Karthick, T.Muthukrishnan, M.S.Sivagamasundari bring come other ideas of renewable sources of energy technologies and study new generation hybrid system considering the problem the use of the hybrid system in the article “Solar pv-wind hybrid power generation system”, published in the journal “International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering”.

J.Godson and his colleagues describe hybrid or combined systems, which include a battery of solar cells, wind generator, charge controller, battery and inverter. Connection is carried out under the scheme: the wind generator and solar panels are switched through the controller to the batteries, which accumulates generated electricity. J.Godson and his colleagues concluded that the hybrid system provides the optimum use of resources and improve efficiency in comparison with the individual generating regime. It also improves the reliability and reduces the reliance on a single source [10].

The articles that have been analyzed above show that the introduction of modern technologies of alternative energy sources is an important task in connection with the problem of limited fossil resources, environmental pollution and high prices for energy resources. The main disadvantage of the introduction of modern technologies of alternative energy sources is the lack of methods for the economic evaluation of the results, ready for practical use. So it is necessary to work out and calculate the efficiency of particular technologies at particular objects and enterprises in order to realise the real benefits can be got after these new technologies of renewable sources of energy have been introduced. Nevertheless, the percentage of the use of alternative energy sources is growing due to new developments and their implementation in practice.

The status of alternative energy in Russia is at the initial level, in contrast to Western countries. Currently, oil and gas mainly used in a total scale of energy resources consumption. It covers 99,4 % of the total energy resources consumption structure. This situation is understandable – there is no legislation basis for alternative energy development in Russia. Power and major business players are not interested in the consumption of non-renewable energy to be reduced, as their main income is connected with the extraction and use of oil and gas.

Unfortunately, quantitative and qualitative indicators of energy savings thanks to introduction of power sources have not been given by the American scientists.

Statistics on amount of electricity generated from various types of alternative sources has been given for 2015 by a group of scientists. But prediction of renewable energy has not been investigated in connection with the federal incentives such as grants, loans, rebates and tax credits. The climatic conditions of the region where wind turbines and solar cells are planned to be constructed have not been studied, climatic parameters such as mean wind speed, the lower and higher temperatures, the number of sunny days, the number of cloudy days, are not specified.

J. Godson and his colleagues consider that a wind turbine or solar panel is not enough for a constant power supply to consumers. Therefore, the best solution is a combined installation, including solar panels and wind turbines. Theoretical information on the calculation of the intensity of the sun at different times have not been given by the team of scientists. Geographical coordinates, power and modes of operation of consumers have not been specified by the authors in connection with the modeling of electricity than is inaccurate. Battery capacity has not been specified.

Important theoretical facts have not been given to understanding the principles of operation of the hybrid system, in particular, the peak operating times for wind and solar systems occur at different times of day and year. Solar panels are ineffective in cloudy weather, which is usually accompanied by windy. Thus, wind turbines and solar panels perfectly complement each other, providing a constant charging of batteries. The maximum of electrical Power Production will come from solar panels during summer and winter sun. Wind turbines will produce energy in the cloudy offseason, when a lot of cloudy days and strong winds are blowing.

Thus, it has become clear that the main attention of scientists is focused on the development of the technology development of alternative energy sources. But there are some disadvantages in these scientific articles:

- Scientists have considered the problem theoretically. The efficiency of wind turbines and solar panels has not been given for specific regions with different climatic conditions.

- The mathematical tools for calculation of electric power is generated by wind generator and solar battery have not been given.

- The capacity and the battery voltage, battery approximate price of solar cells and wind turbine has not been specified.

References

1. Panwara N.L., Kaushikb S.C., Surendra Kotharia. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – April 2011. – Vol. 15, Iss. 3. – P. 1513–1524.

2. Dhunny A.Z., Lollchund M.R., Rughooputh S.D.D.V. Wind energy evaluation for a highly complex terrain using Computational Fluid Dynamics (CFD) // *Renewable Energy*. – February 2017. – Vol. 101. – P. 1–9.

3. Hale Cetinay, Fernando A. Kuipersa, A. Nezh Guvenb. Optimal siting and sizing of wind farms // *Renewable Energy*. – February 2017. – Vol. 101. – P. 51–58.

4. Смышляева Е.Г. Энергоемкие промышленные предприятия в условиях энергетического рынка в России // *Актуальные вопросы экономики и управления: материалы междунар. науч. конф.*; г. Москва, апрель 2011 г. Т. I. – М.: РИОР, 2011. – С. 83–87.

5. Why is renewable energy important? – URL: <http://www.renewableenergyworld.com/index/tech/why-renewable-energy.html> (дата обращения: 25.10.2016).

6. Hybrid wind and solar electric systems. – URL: <http://energy.gov/energysaver/hybrid-wind-and-solar-electric-systems> (дата обращения: 25.10.2016).

7. Комбинированные системы с солнечными батареями и ветрогенераторами. – URL: <http://solarb.ru/kombinirovannye-sistemy-s-solnechnymi-batareyami-i-vetrogeneratorami> (дата обращения: 25.10.2016).

8. Benefits of Renewable Energy Use. Published in the e- journal «Science for a healthy planet and safer world». – URL: <http://www.ucsus.org/clean-energy/renewable-energy/public-benefits-of-renewable-power#.WBDccPmLS02> (дата обращения: 25.10.2016).

9. How much U.S. electricity is generated from renewable energy? Published in the e- journal «Independent Statistics and Analysis». – URL: http://www.eia.gov/energy_in_brief/article/renewable_electricity.cfm (дата обращения: 25.10.2016).

10. Godson J., Karthick M., Muthukrishnan T., Sivagamasundari M.S. Solar pv-wind hybrid power generation system // International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. – 2016. – Vol. 5, Iss. 5.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС VIDA350MC

**Студенты А.А. Сидоров, В.В. Носков,
канд. техн. наук, доцент А.В. Кычкин**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассмотрены аспекты организации измерительного комплекса VIDA 350MC – Scout Case, предназначенного для автоматизированного мониторинга энергетических параметров технологического оборудования промышленных объектов. Портативный комплекс включает в себя устройство удаленной телеметрии VIDA 350 с функций DataLogger, счетчик электрической энергии, три трансформатора тока, винтовую клеммную панель. Устройство VIDA 350 является программируемым логическим контроллером, осуществляющим функции сбора данных со счетчика, накопление в постоянной памяти, отправку данных на удаленный сервер с помощью протоколов FTP и HTTP. Работа выполнена при поддержке внутривузовского гранта ПНИПУ, соглашение №2016/ПИ-2 «Разработка методологии мониторинга и утилизации тепловых потоков, как низкопотенциального ресурса предприятия».

Ключевые слова: сбор данных; энергетический мониторинг; OpenJEVIS; программируемый логический контроллер VIDA 350; устройство удаленной телеметрии и управления.

VIDA 350MC METERING COMPLEX

**Students A.A. Sidorov, V.V. Noskov,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.V. Kychkin**
Perm National Research Polytechnic University


Article discusses aspects of the organization of measuring complex VIDA 350MC - Scout Case, designed for automated monitoring of energy parameters of industrial facilities. Portable complex includes remote telemetry VIDA 350 datalogger function devices, electricity meters, three current transformer screw terminal block. VIDA device 350 is a programmable logic controller, performs data acquisition functions to counter the accumulation of non-volatile memory, sending data to a remote server using FTP and HTTP protocols. Research has been completed under the grant of PNRPU, contract №2016/PI-2 «Methodology development of monitoring and heat flow utilization as low potential company energy sources».

Keywords: data collection; energy monitoring; OpenJEVIS; programmable logic controller VIDA 350; remote telemetry and control unit.

Пылеводонепроницаемый корпус измерительного комплекса VIDA 350MC – Scout Case, основанный на базовой станции LIOB-481, специально разработан для быстрого и своевременное использование

в области энергетического мониторинга в промышленных условиях эксплуатации (страна производитель – Германия). Он предназначен для регистрации других физических величин технологического оборудования, узлов и агрегатов промышленных установок, может быть использован как внутри, так и снаружи зданий и сооружений. Комплекс контролирует и протоколирует, т.е. записывает в энергонезависимую память такие данные, как температура, активная и реактивная энергия, аналоговые значения [1].

Состав и характеристики комплекса VIDA 350MC

Вес:	9 кг				
Внешние размеры	ширина 280 мм; высота 150 мм; длина 360 мм				
Рабочее напряжение	220 В				
Потребление энергии (режим)	Работа: 45 мА	Работа с GSM: 55 мА	Работа с GPS: 60 мА	Работа с GSM/GPS: 70 мА	
Температуры	Память: –40 до 90 °С		Операции: –25 до 55 °С		
Внешние интерфейсы	TYCO соединитель		RS232		
	Входные	4 аналоговый (0–10 В) 8 импульсный (12 В)			
	Выходные	4 импульсный (36 В/1,5 А)			
	1-Wire	До 32-х датчиков температуры			
	CAN				
	RS485				
	GSM				
	GPRS, поддержка HTTP, FTP				
	16-канальный GPS-приемник	Скорость обновления	NMEA @ 1 Гц		
		Точность	DGPS/SBAS	2,5 м CEP	
	Стандартный считыватель SIM-карты				
Память	до 32 GB flash-карта, файловая система FAT				

Центральной частью комплекса является модуль автоматизации сбора данных на основе типового программируемого логического контроллера (ПЛК) линейки VIDA (страна производитель – Дания), позволяющий повысить эффективность обработки информации с объекта наблюдения. VIDA350 – прибор для контроля энергетических и производственных данных, соответствует требованиям стандарта на системы энергоменеджмента ISO 50001, осуществляет ввод

и длительное хранение аналоговых и цифровых значений (рисунок). Благодаря большому количеству входов/выходов и встроенному накопителю данных 32 Гб комплекс VIDA350 способен выполнять задачи энергетического мониторинга в долгосрочной перспективе – от одного дня до нескольких лет. Дисплей ПЛК предоставляет пользователю возможность простой эксплуатации прибора. Благодаря интегрированному программному модулю Firmware (страна производитель – Германия, компания «Envidatec GmbH») устройство VIDA350 достаточно удобно готовится к эксплуатации, результаты мониторинга интегрируется с порталом OpenJEVis.

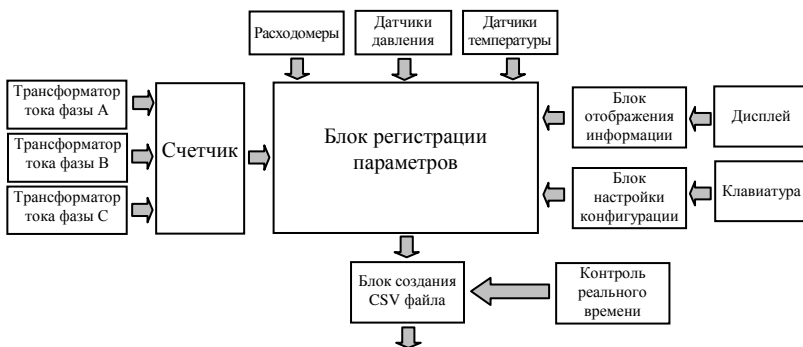


Рис. Структурная схема комплекса VIDA 350MC

ПЛК линейки VIDA гарантируют получение данных в режиме реального времени, что позволяет своевременно вводить коррективы и реагировать на аварийные ситуации на объектах. Как правило, производится опрос датчиков температуры, давления, потребления электроэнергии, расхода, затем осуществляется пересылка данных в программную систему аудитора, осуществляющую анализ, визуализацию и регистрацию нестандартных ситуаций по состоянию принятых данных.

JEVis Scout Case укомплектован счетчиком Gossen Metrawatt U189B (страна производитель – Германия) [2] и понижающим трансформатором 220/24 В. Gossen Metrawatt U189B – трехфазный счетчик с возможностью подключения трансформаторов тока 1 А, 5 А. Счетчик обеспечивает учет электрической мощности в двух тарифных зонах с возможностью импорта/экспорта данных и получения до 30 измеренных значений для переменных в реальном времени. Для

настройки параметров трансформации используется программируемый коэффициент СТ, имеющий диапазон изменения: 1–10 000. Измерения активной энергии производятся в соответствии с EN50470-3 (класс В), измерения реактивной энергии – в соответствии с EN 62053-23 (класс 2). Калибровка счетчика выполнена на заводе-изготовителе в соответствии со стандартом MID. Счетчик имеет встроенный индикатор последовательности и обнаружения ошибок измерения, нарушения диапазона напряжения, тока, частоты, программируемые импульсные выходы для значений энергии. Для связи с внешними устройствами счетчик имеет инфракрасный интерфейс и дополнительные модули для M-Bus, Modbus, Ethernet протоколов связи.

Заключение. Проведенный анализ измерительного комплекса VIDA350MC показал, что данный прибор может быть эффективно использован при проведении мониторинга электрической энергии крупных потребителей мощностью от 100 кВт до 2 МВт, работающих в сети 0,4 кВ. Кроме этого прибор обладает хорошими качествами герметичности, что позволяет его применять в условиях агрессивной среды, на производствах и открытом пространстве в течение длительных промежутков времени (до нескольких лет).

Библиографический список

1. Envidatec GmbH [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.envidatec.com/> (дата обращения: 13.11.2016).
2. Gossenmetrawatt [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gossenmetrawatt.com/gmc/> (дата обращения: 13.11.2016).

МОНИТОРИНГ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

Студенты В.В. Носков, А.А. Сидоров,
канд. техн. наук, доцент А.В. Кычкин
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассматривается пример технической реализации системы мониторинга низкопотенциальной тепловой энергии системы охлаждения компрессорной станции промышленного предприятия. Построена схема существующей системы водяного охлаждения группы компрессоров. Приведены результаты мониторинга температуры теплоносителя на входе и выходе в систему при заданной производительности рециркуляционных насосов, а также температура окружающей среды с использованием открытого программного обеспечения OpenJEVis. Сделан вывод о влиянии изменения температуры окружающей среды на температуру охлаждающей жидкости на входе в систему и о ее разнице с температурой на выходе. Работа выполнена при поддержке внутривузовского гранта ПНИПУ, соглашение №2016/ПИ-2 «Разработка методологии мониторинга и утилизации тепловых потоков как низкопотенциального ресурса предприятия».

Ключевые слова: энергетический мониторинг; энергетические данные; энергетический менеджмент; OpenJEVis; низкопотенциальная тепловая энергия.

LOW-POTENTIAL HEATING ENERGY MONITORING FOR THE COMPRESSOR STATION COOLING SYSTEM

Students V.V. Noskov, A.A. Sidorov,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.V. Kychkin
Perm National Research Polytechnic University

The paper describes an example of the technical realization of low potential thermal energy monitoring system of cooling compressor station of the industrial enterprise. The demonstrative scheme of the existing system of water cooling group of compressors. With coolant temperature above results of monitoring the input and output in a given productivity of the recirculation pumps and the ambient temperature using an open software JEVis. It is concluded that the influence of ambient temperature changes, the coolant temperature at the entrance to the system and its difference with the temperature at the outlet. This work was supported by the educational grant of PNRPU, №2016/PI-2 "Development of a methodology for monitoring and utilization of the thermal flows as low potential resource of the enterprise".

Keywords: energy monitoring; energy evidence; energy management; OpenJEVis; low potential thermal energy.

Рациональное использование энергоресурсов, разработка, а также внедрение энергосберегающих технологий являются важным направлением в развитии промышленности. Большой интерес представляют процессы вторичного использования низкопотенциальной тепловой энергии (НПТЭ) технологических участков, так как ее объем велик, а степень утилизации низкая, [1]. Сегодня большое количество НПТЭ теряется в технологических машинах и промышленных агрегатах, использующих тепловую энергию воды или пара в энергетических установках, пароконденсатных системах, градирнях, системах охлаждения оборудования. Наблюдается масштабная эмиссия НПТЭ в окружающую среду, что обуславливает необходимость ее постоянного мониторинга и обоснования путей утилизации [2].

В качестве примера источника НПТЭ рассмотрим систему охлаждения группы компрессоров предприятия ОАО «Пермский завод силикатных панелей» (ПЗСП) – крупнейшего производителя строительных материалов Пермского края. В компрессорном цеху, осуществляющим подготовку и сжатие воздуха, необходимого для производства газобетонных плит, бетона и других строительных материалов, были установлены цифровые датчики температуры DS18B20 с точностью ± 1 °C на входном и выходном трубопроводе системы водяного охлаждения компрессоров, аналогичный датчик температуры окружающей среды и регистратор на базе программируемого логического контроллера (ПЛК) VIDA350 [3] (рис. 1).

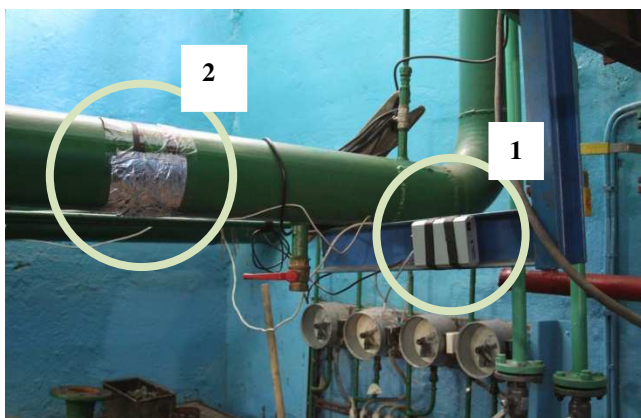


Рис. 1. VIDA350 1 и датчик температуры 2 охлаждающей жидкости на входном трубопроводе системы охлаждения группы компрессоров

На рис. 2 показана упрощенная схема водяного охлаждения группы компрессоров предприятия АО «ПЗСП».

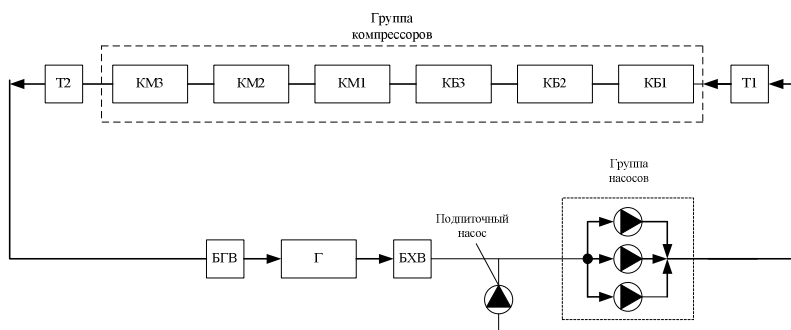


Рис. 2. Схема водяного охлаждения группы компрессоров

Компрессорная станция состоит из трех больших (КБ) и трех маленьких (КМ) компрессоров. В дневную смену работает один большой и один маленький компрессор, а в ночную – только один большой компрессор. Охлаждающая жидкость, пройдя последовательно через компрессора, поступает в бак горячей воды (БГВ), откуда потом направляется в градирню (Г). В градирне установлены два вентилятора, которые охлаждают воду. После градирни охлажденная жидкость скапливается в баке холодной воды (БХВ), откуда по одному из трех насосов поступает снова на вход группы компрессоров. Поскольку в градирне происходит частичное испарение воды, то дополнительно установлен подпиточный насос, который служит для восполнения потерь воды.

Информацию о потерях НПТЭ можно получить на основе данных о перепаде температур жидкости в системе по датчикам температуры на входе (Т1) и на выходе (Т2) охлаждающей системы, а также по объему переданной жидкости.

На текущем этапе исследования был проведен сбор данных с установленных датчиков с помощью открытого программного обеспечения OpenJervis. По результатам полученных данных построен график, отражающий зависимость температур воды на входе и выходе системы охлаждения (Т1 и Т2) от температуры окружающей среды (рис. 3).

Предварительный анализ графика показывает, что разность температур не сильно зависит от изменения температуры окружающей

среды, однако наблюдается зависимость в изменении температур (T1 и T2) в определенные моменты времени, примерно с одинаковой периодичностью.

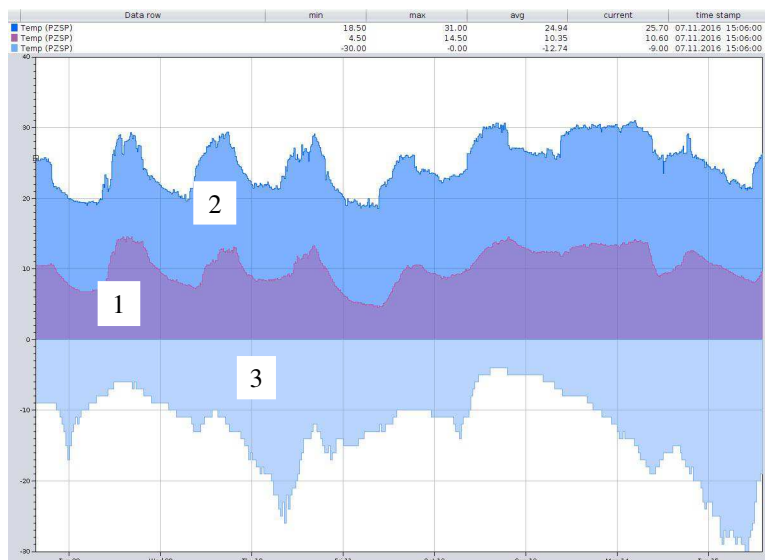


Рис. 3. График температур на входе 1 и выходе 2 системы охлаждения, температура окружающей среды 3

Эти изменения носят ступенчатый характер: пик изменений приходится на часы дневной смены, когда работают два компрессора, спад — на ночную смену, когда работает только один КБ. Зная объем перекачиваемой циркуляционными насосами охлаждающей жидкости и полученный перепад температур, можно определить объем НПТЭ, выбрасываемой в окружающую среду.

Библиографический список

1. Закиров Д.Г., Рыбин А.А. Использование низкопотенциальной теплоты: моногр. Кн. I. – М.: РУСАЙНС, 2015. – 9 с.
2. Салихов Т.П., Худаяров М.Б. Энергомониторинг как инструмент повышения энергоэффективности жилых и общественных зданий // Энергосбережение и водоподготовка. – 2015. – № 5(97). – С. 54–60.
3. Документация компании «ENVIDATEC» GmbH. – URL: envidatec.com.

МЕТОДИКА РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ СИНУС-ФИЛЬТРА ДЛЯ ВЕНТИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ПИТАНИИ ОТ ШИМ-ИНВЕРТОРА

Магистрант А.М. Турпак

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассмотрена методика выбора параметров sin-фильтра с учётом кабельной линии и параметров нагрузки. Рассмотрено и подтверждено достаточное требование к резонансной частоте sin-фильтра относительно частоты модуляции ШИМ-инвертора.

Ключевые слова: преобразователь частоты; широтно-импульсная модуляция напряжения; синус-фильтр; вентильный двигатель; цилиндрический линейный вентильный двигатель; ёмкость.

METHOD OF CALCULATION OF PARAMETERS OF SINE FILTER FOR BRUSHLESS MOTORS, POWERED BY THE PWM INVERTER

Master Student A.M. Turpak

Perm National Research Polytechnic University

This article describes methods of selecting of the parameters of sine filter, taking into account the cable line and load parameters. Considered and confirmed enough demand to the resonant frequency of the sine filter relative to modulation frequency of the PWM inverter.

Keywords: frequency converter; pulse-width modulation of the voltage; the sine filter; brushless electric motor; a cylindrical linear brushless electric motor; capacity.

При питании цилиндрических линейных вентильных двигателей от преобразователя частоты импульсный характер выходного напряжения, а также длинная кабельная линия влекут за собой появление большого спектра высокочастотных гармоник, наличие которых приводит к ускоренному старению изоляции, дополнительным потерям, усилению шума двигателя и т.д. Для улучшения качества выходного напряжения и условий эксплуатации оборудования целесообразно применение выходных фильтров.

Особенности синусного фильтра рассмотрены в [3]. Основным значением является устранение импульсного характера напряжения

и тока на нагрузке, уменьшая либо ликвидируя негативные воздействия высших гармоник.

В каталогах зарубежных производителей представлены параметры синус-фильтров для определённой мощности нагрузки и длины кабеля. Однако методика расчётов не раскрыта.

Высокая стоимость фильтра от производителя, отсутствие отечественных производителей, общий курс на импортозамещение, а также специфические условия эксплуатации вентиляционного линейного двигателя приводят к необходимости производить расчёт непосредственно для данных условий.

Поскольку двигатель симметричен, для расчётов представлена схема замещения одной фазы (рис. 1).

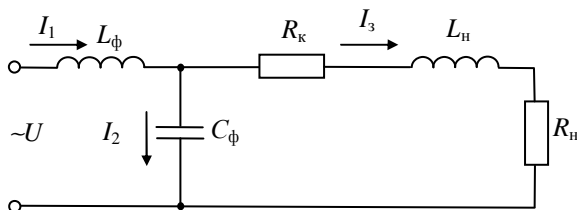


Рис. 1. Расчётная схема цепи: U – выходное напряжение преобразователя частоты; L_ϕ и C_ϕ – ёмкость и индуктивность синус-фильтра; R_κ – активное сопротивление кабеля; $R_\text{н}$, $L_\text{н}$ – индуктивное и активное сопротивления нагрузки

Методика расчёта параметров фильтра, изложенная в [1], использует упрощённый метод, исходя из резонансной частоты LC-контура. Предложенный же метод позволяет варьировать параметры фильтра, исходя из текущих потребностей и возможностей, а также заданных критериев при расчёте.

Первым этапом был произведён выбор индуктивности. Как следует из [1], для целей фильтра можно использовать индуктивность вторичных обмоток разделительных трансформаторов (установленных после ПЧ), уже установленных сглаживающих L-фильтров или уже имеющиеся не эксплуатируемые дроссели. В таком случае для дальнейших расчётов берётся значение уже имеющейся индуктивности. Во всех остальных случаях предлагается выбирать

индуктивность, исходя из номинального падения напряжения $\Delta u = 5\%$ [5]. Таким образом, индуктивное сопротивление

$$X_L \leq \frac{U \cdot 5\%}{I_{\text{ном}}}, \quad (1)$$

а индуктивность, в свою очередь, определяется как

$$L_{\phi} = \frac{X_L}{2\pi f}, \quad (2)$$

где f – рабочая частота ($f = 5$ Гц).

Было получено значение индуктивности $L_{\phi} = 12$ мГн.

Для определения минимального значения ёмкости был задан коридор максимально допустимых значений высокочастотных гармоник тока в размере 10 % от номинального значения согласно [4].

Сопротивление индуктивности в комплексном виде для различных частот определяется в следующем виде:

$$Z_1 = j2\pi f L_{\phi}, \quad (3)$$

Ёмкостное сопротивление второго элемента

$$Z_2 = \frac{1}{j2\pi f C_{\phi}}. \quad (4)$$

Полное сопротивление нагрузки с учётом сопротивления кабеля R_k

$$Z_3 = n(r + jfX_H) + R_k, \quad (5)$$

где n – количество секций линейного двигателя, $n = 4$; r – активное сопротивление одной секции двигателя; X_H – реактивное сопротивление одной секции двигателя при частоте

Расчётные параметры схемы: $r = 1$ Ом; $f = 1$ Гц; $X_H = 0,21$ Ом.

$$Z_{23} = \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3}. \quad (6)$$

Общий ток, протекающий через индуктивность,

$$I_1 = \frac{U}{Z_1 + Z_{23}}. \quad (7)$$

Напряжение на зажимах конденсатора

$$U_{23} = I_1 Z_{23}. \quad (8)$$

Ток через нагрузку

$$I_3 = \frac{U_{23}}{Z_3}. \quad (9)$$

Падение напряжения на индуктивности

$$U_1 = I_1 Z_1, \quad (10)$$

На основании расчётов построены графики зависимостей токов и напряжений от изменения ёмкости фильтра $U, I = f(C)$, приведённые на рис. 2.

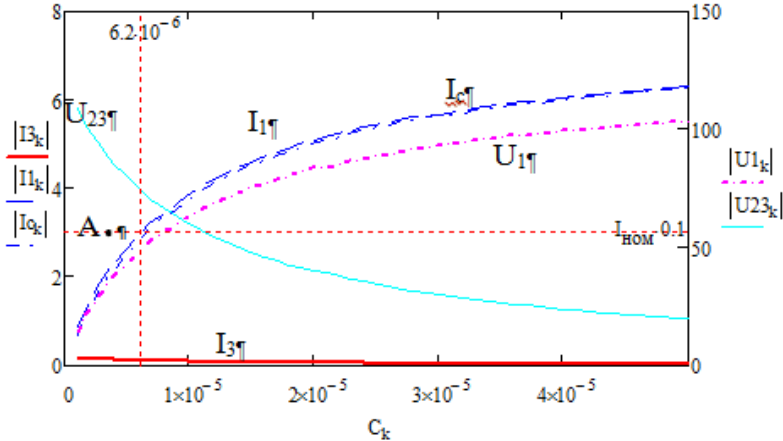


Рис. 2. Графики зависимостей токов и напряжений от величины ёмкости фильтра $U, I = f(C)$

Исходя из заданного критерия, что ток высокочастотных гармоник через конденсатор $I_c \leq 10\%$ от $I_{ном}$, проведён коридор приемлемых значений.

Выбрано значение ёмкости $C = 6,2$ мкФ, находящееся на границе заданного коридора (см. рис. 2). Далее необходимо произвести перерасчёт ёмкостей для схемы соединения в треугольник, так как расчёт производился для фазного тока в «звезде». В таком случае ёмкость конденсатора $C = 2,2$ мкФ.

С учётом выбранных параметров резонансная частота фильтра

$$f_{рез} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_{\phi} C_{\phi}}}, \quad (11)$$

$$f_{рез} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{1210^{-3} \cdot 6,2 \cdot 10^{-6}}} = 578 \text{ Гц.}$$

Анализ частотной характеристики, изображенной на рис. 3, показывает, что для эффективной работы фильтра следует выбирать частоту модуляции частотного преобразователя не менее $f_M = 2$ кГц, так как половина от модулирующей частоты будет находиться выше резонансной частоты фильтра. При частоте $f_M = 1$ кГц эффективность фильтра будет низкой [3], так как $\frac{f_M}{2} < f_{рез}$.

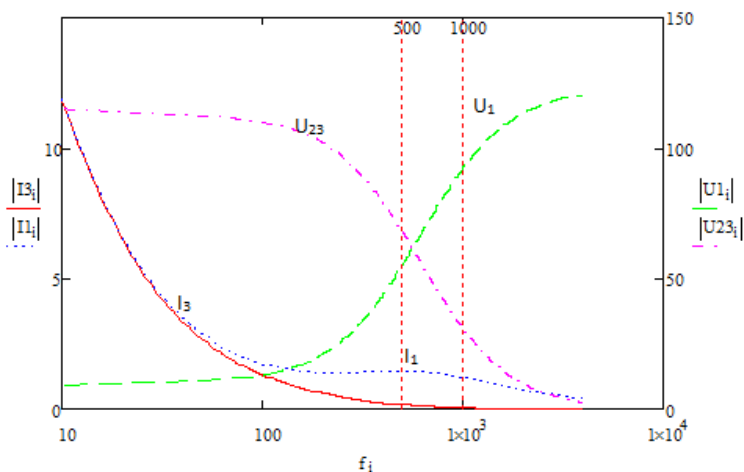


Рис. 3. Частотные характеристики проектируемого фильтра

Заключение

1. Выявлена необходимость обязательной установки \sin -фильтров при использовании преобразователей частоты с ШИМ.

2. Показана методика расчёта параметров индуктивности и ёмкости согласно следующим критериям: величина индуктивности выбрана из условия допустимого на ней падения напряжения в номинальном режиме работы; ёмкость выбрана, исходя из условия, что ток высокочастотных гармоник через конденсатор не должен превышать 10 %, т.е. $I_c \leq 10$ % от $I_{ном}$.

3. Резонансная частота фильтра должна быть, по крайней мере, в два раза меньше чем модулирующая частота ШИМ, т.е. расчётные параметры LC -фильтра определяют и частоту модуляции.

4. Расчётные параметры фильтра показали необходимость учёта параметров нагрузки в процессе проектирования данного фильтра.

Библиографический список

1. Пустоветов, М.Ю. Расчёт параметров и компьютерное моделирование синусных фильтров, предназначенных для исключения эффекта озонирования изоляции электродвигателей в частотно-регулируемом электроприводе водяных насосных станций // Проблемы трансферта современных технологий в экономику Забайкалья и железнодорожный транспорт: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Чита: ЗаБИЖТ, 2011.

2. Пустоветов М.Ю. Опыт разработки синус фильтра для силовой схемы частотно регулируемого электропривода // Известия Томск. политехн. ун-та. – 2014. – Вып. 4. – Т. 324. – С. 87–95.

3. Хабибуллин, А.Т., Хасанов Д.О., Мухутдинов Р.М. Проявление высших гармоник при работе преобразователей частоты // Вестник магистратуры. – 2016. – № 1(52). – С. 65–67.

4. ГОСТ Р 54149–2010. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2012. – 20 с.

5. Технические данные – Трансформаторы силовые масляные ТМ, ТМФ, ТМЗ [Электронный ресурс]. – URL: <http://nomek.ru/node/477> (дата обращения: 10.10.2016).

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Студенты К.А. Власов, М.Б. Макарова, Т.И. Лыскова,
канд. техн. наук, доцент Д.К. Елтышев**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассмотрены аспекты организации работ по построению интеллектуальной системы мониторинга и анализа энергетических данных промышленного предприятия. Предлагается комплекс моделей, основанных на функционально-ориентированной технологии проектирования интеллектуальной системы в соответствии с базовыми этапами ее жизненного цикла и реализованных с помощью CASE-средства BPWin.

Ключевые слова: жизненный цикл, технология проектирования, интеллектуальная система мониторинга, анализ энергетических данных, промышленное предприятие.

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL MODELS FOR INTELLIGENT SYSTEM OF INDUSTRIAL ENTERPRISE ENERGY DATA MONITORING AND ANALYSIS

**Students K.A. Vlasov, M.B. Makarova, T.I. Lyskova,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor D.K. Eltyshv**
Perm National Research Polytechnic University

The article discusses aspects of the organization of works on the construction of intelligent system monitoring and analysis of energy data of an industrial enterprise. The complex of models based on functional-oriented intelligent system design technology in accordance with the basic stages of its life cycle and implemented with the help of CASE-tools BPWin.

Keywords: life cycle, design technology, intelligent monitoring system, analysis of energy data, industrial enterprise.

Введение. Разработка интеллектуальной системы (ИС) мониторинга и анализа энергетических данных (МАЭД) предполагает наличие данных о работе предприятия (оборудование, характеристики системы энергопотребления и др.) и технико-экономических показателей функционирования его подразделений. Поскольку к системам такого уровня предъявляются особые требования, необходимо четко

понимать ключевые этапы и процедуры ее создания, чтобы обеспечить требуемые параметры качества функционирования, надежности, производительности и экономичности.

Функционально-ориентированная технология построения интеллектуальной системы. Для повышения эффективности разработки ИС в соответствии с программой Integrated Computer-Aided Manufacturing (ICAM), ориентированной на задачи интегрированной компьютеризации производства, необходимо использовать эффективные методы анализа производственных систем и объектов, а также механизмы обмена информацией для всех специалистов. Для удовлетворения этих потребностей в рамках программы ICAM разработана методология IDEF (ICAM Definition) [3]. Ее элемент, методология IDEF0, предназначена для разработки функциональных моделей (Integration Definition For Function Modeling), представляющих собой структурированное изображение функций системы, среды или процесса, а также информации и объектов, связывающих эти функции [3].

Рассмотрим детально процесс функционально-ориентированного проектирования (ФОП) ИС.

Основными документами, регламентирующими все этапы создания системы, является ГОСТ 34.601-90 – Стадии создания [1], ISO 50001 – Международный стандарт энергоменеджмента [2] и непосредственно сам стандарт предприятия.

Процесс ФОП в соответствии с каскадной моделью жизненного цикла ИС МАЭД согласно [1] делится на следующие семь стадий [4]:

- исследование и обоснование создания ИС;
- разработка технического задания на ИС;
- создание эскизного проекта ИС;
- техническое проектирование ИС;
- рабочее проектирование ИС;
- ввод ИС в действие;
- функционирование, сопровождение, модернизация ИС.

Перечисленные стадии можно сгруппировать в часто используемые на практике четыре укрупненных стадии процесса разработки ИС: предпроектная стадия, стадия проектирования, стадия внедрения, стадия эксплуатации и сопровождения.

Контекстная диаграмма (рис. 1) и детализация этапов разработки ИС МАЭД промышленного предприятия (рис. 2) отражают взаимосвязь информационных потоков, а также механизмов управления и реализации основных функций в соответствии с технологией канонического проектирования.

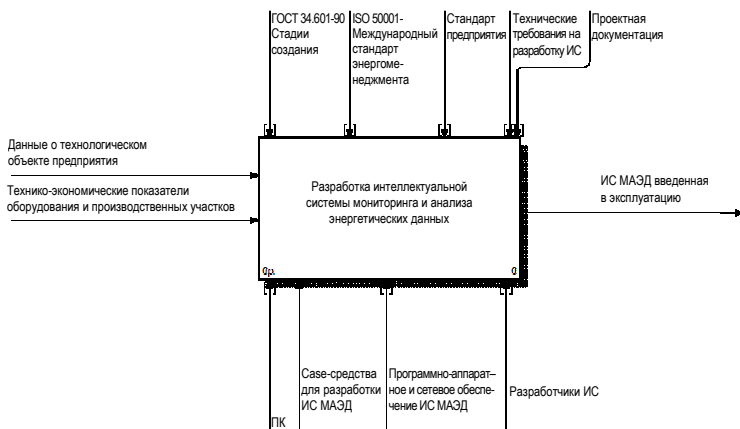


Рис. 1. IDEF0 A0 – уровень разработка интеллектуальной системы мониторинга и анализа энергетических данных

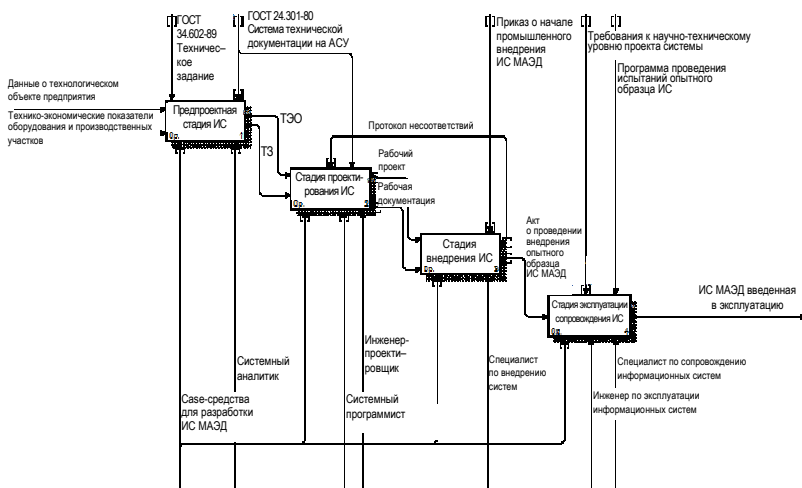


Рис. 2. IDEF0 A1 – уровень, этапы разработки ИС МАЭД

На предпроектной стадии выделяются три основных этапа, необходимые для формирования и обоснования требований к ИС МАЭД: сбор информационных материалов о технологическом объекте; анализ информационных материалов обследования объекта и разработка технико-экономического обоснования (ТЭО) и технического задания (ТЗ) (рис. 3).

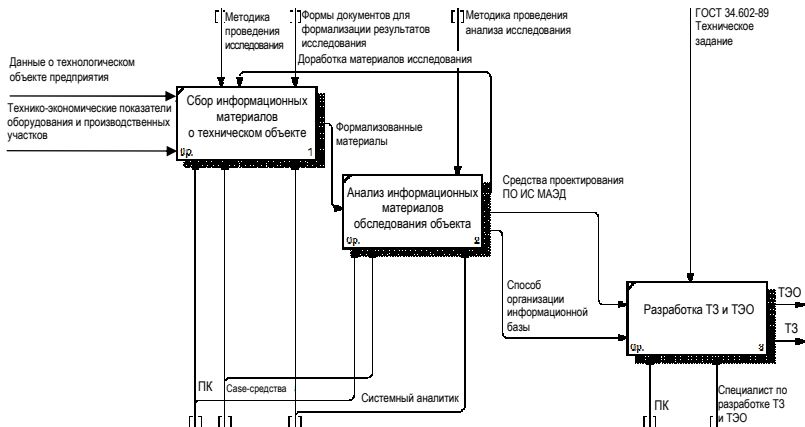


Рис. 3. IFEF0 A2, предпроектная стадия

Стадия проектирования ИС МАЭД выполняется в два этапа: техническое и рабочее проектирование (рис. 4), позволяющие описать ее ключевые программно-технические особенности.

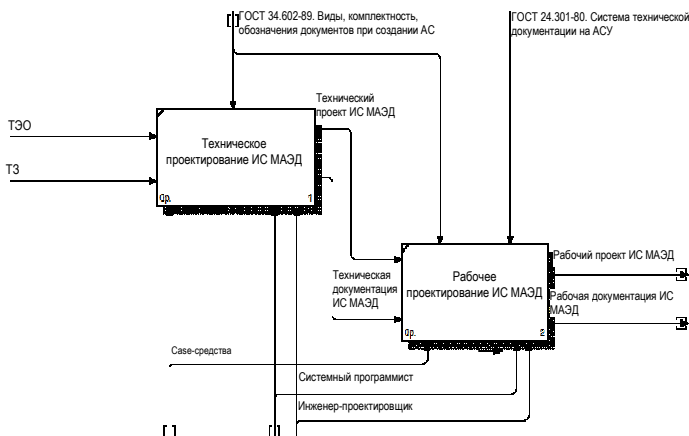


Рис. 4. IFEF0 A3, стадия проектирования

На стадии внедрения реализуются два этапа: подготовка опытного образца ИС МАЭД к внедрению; опытное внедрение ИС МАЭД (рис. 5).

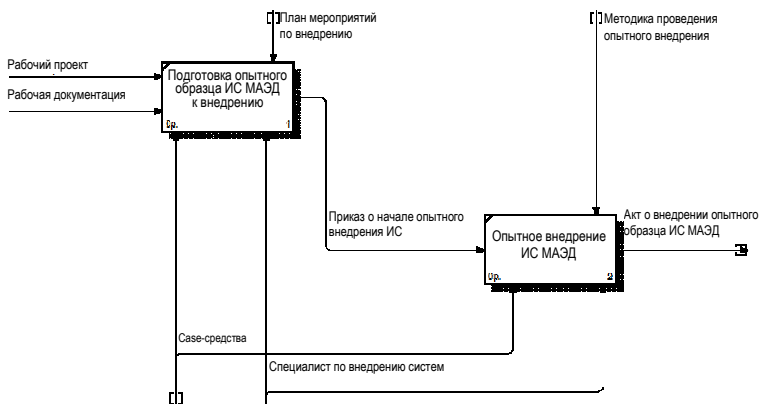


Рис. 5. IFEFO A3, стадия внедрения

Четвертая стадия проектирования включает этапы: сдача ИС МАЭД в промышленную эксплуатацию и эксплуатация и сопровождение ИС МАЭД (рис. 6).

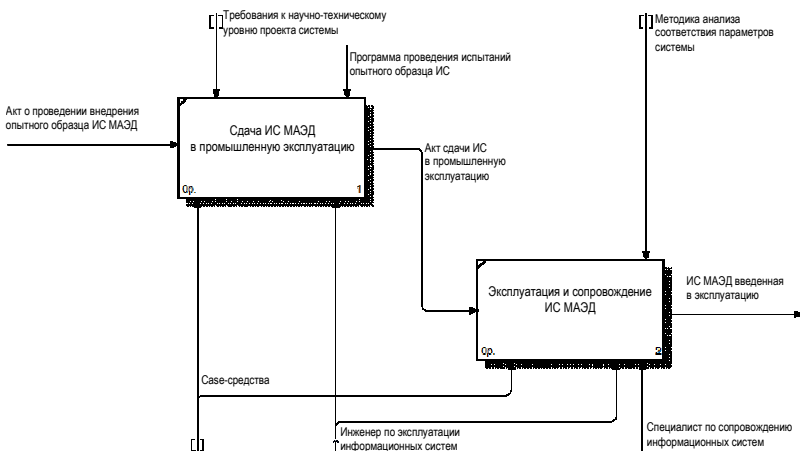


Рис. 6. IFEFO A3, стадия эксплуатации и сопровождения

Заключение. В работе представлены результаты функционального моделирования процесса построения ИС МАЭД на основе методологии IDEF0. Использование CASE-средства, а именно программы BPWin, дает полное наглядное представление всего спектра процессов проектирования ИС на любом уровне детализации, обеспечивает точное и лаконичное описание моделируемых объектов. Автоматизация проектирования также облегчает взаимодействие и взаимопонимание специалистов, занятых анализом и разработкой процессов и функций создаваемой системы [5].

Библиографический список

1. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания (введ. 1992–01–01). – М.: ИПК Изд-во Стандартов, 1997. – 11 с.
2. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. – М.: Стандартинформ, 2012. – 52 с.
3. Марка Д., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования: пер. с англ. – М.: МетаТехнология, 1993. – 240 с.
4. Проектирование экономических информационных систем: учеб. для вузов / Г.Н Смирнова, А.А Сорокин, Ю.Ф. Тельнов; под ред. Ю.Ф. Тельнова. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 510 с.
5. Белов В.В., Чистякова В.И. Проектирование информационных систем: учеб. для вузов / под ред. В.В. Белова. – М.: Академия, 2013. – 352 с.

РАЗРАБОТКА UML-ДИАГРАММ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Студенты М.Б. Макарова, К.А. Власов, Т.И. Лыскова,
канд. техн. наук, доцент А.В. Кычкин**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассмотрены аспекты по интеллектуальной системе мониторинга и анализу энергетических данных промышленного предприятия с помощью CASE-средства: UML-диаграммы. CASE-средства нужны для анализа и формулировки требований, проектирования прикладного ПО и баз данных, генерации кода, тестирования, документирования, обеспечения качества, конфигурационного управления и управления проектом, а также другие процессы. В процессе разработки система представляется в виде объединения нескольких проекций, каждая из которых описывает определенный аспект разрабатываемой системы, а вместе они определяют систему во всей ее полноте.

Ключевые слова: CASE-средства; UML-диаграмма; интеллектуальная система мониторинга; анализ энергетических данных; промышленное предприятие.

DEVELOPMENT OF UML-DIAGRAMS FOR INTELLIGENT MONITORING AND ANALYSIS OF ENERGY DATA OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

**Students M.B. Makarova, K.A. Vlasov, T.I. Lyskova,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.V. Kychkin**
Perm National Research Polytechnic University

In article aspects on intellectual system of monitoring and the analysis of energy data of industrial enterprise by means of CASE means are considered: UML-tools. CASE means are necessary for the analysis and the formulation of requirements, designings of the application software and databases, generation of a code, testing, documentation, quality assurance, configuration management and project management, and also other processes. In the course of development the system is presented in the form of consolidation of several projections, each of which describes a certain aspect of the developed system, and together they determine system in all its completeness.

Keywords: CASE-tools; UML-diagram; intelligent monitoring system; analysis of energy data; industrial enterprise.

Унифицированный язык моделирования (UML, Unified Model Language) является приемником языков и методов объектно-ориентированного анализа и проектирования, которые появились в конце 80-х и начале 90-х гг. Он непосредственно унифицирует методы Буча, Рембо и Джекобсона, однако обладает большими возможностями.

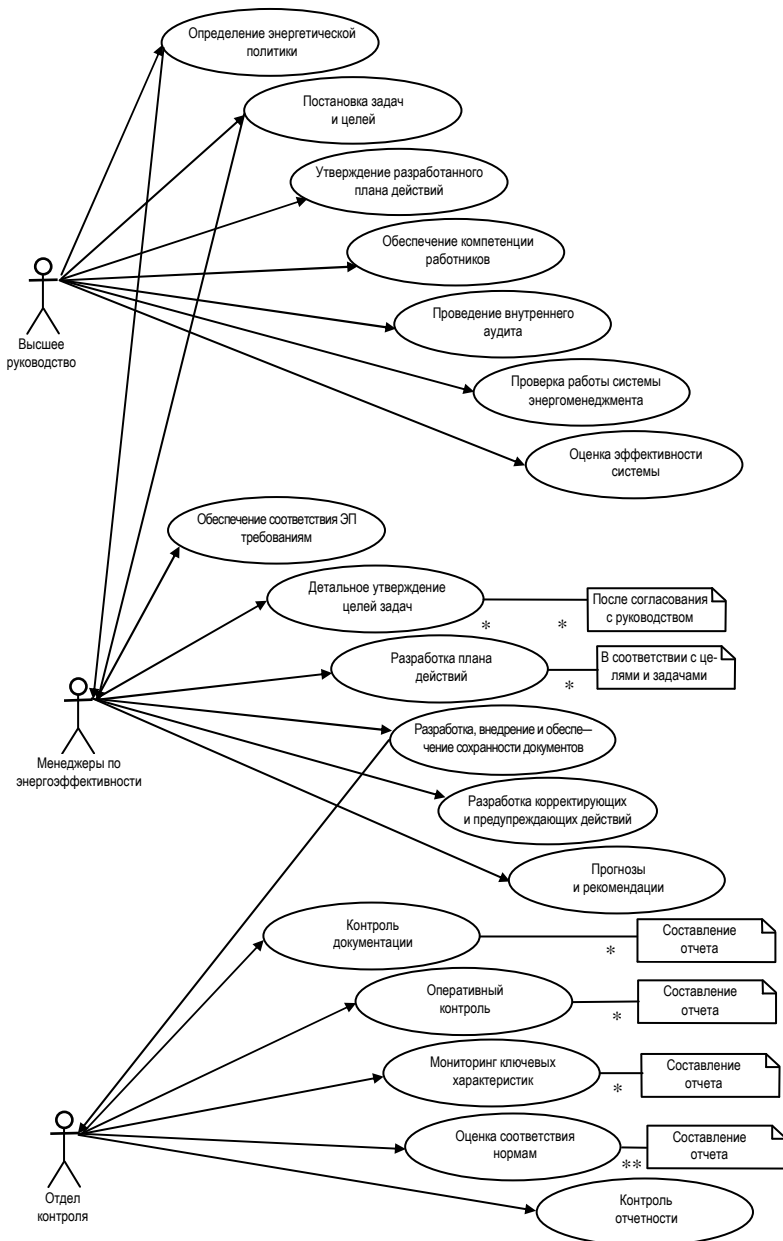


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования для интеллектуальной системы мониторинга и анализа энергетических данных промышленного предприятия

Язык моделирования UML прошел процесс стандартизации в рамках консорциума OMG (Object Management Group) и в настоящее время является стандартом OMG [1].

UML представляет собой универсальный язык для анализа предметных областей, существующих систем, моделирования систем документирования объектных моделей, проектирования программного обеспечения. На UML можно содержательно описывать классы, объекты и компоненты в различных предметных областях, часто сильно отличающихся друг от друга [1].

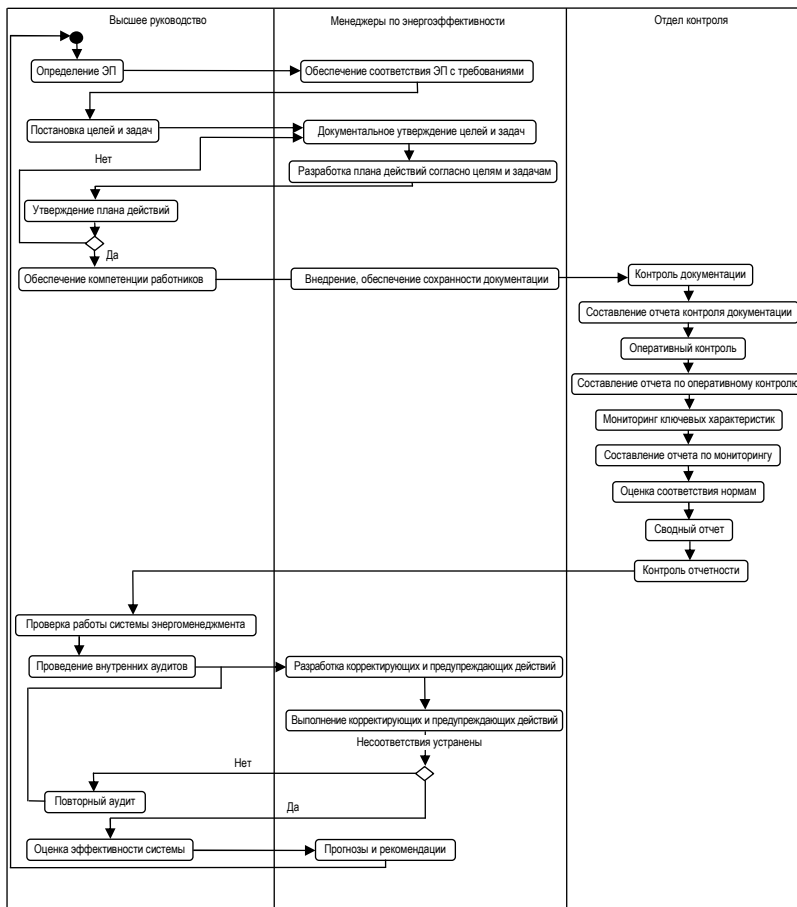


Рис. 2. Диаграмма видов деятельности для интеллектуальной системы мониторинга и анализа энергетических данных промышленного предприятия

Диаграмма вариантов использования (Use Case Diagram) является самым общим представлением функциональных требований к системе (рис. 1). Высшее руководство должно продемонстрировать свою приверженность и поддержку системы энергоменеджмента и постоянно совершенствовать ее эффективность [2].

Диаграмма видов деятельности, как и диаграмма состояний, отражает динамические аспекты поведения системы (рис. 2). По существу, эта диаграмма представляет собой блок-схему, которая наглядно показывает, как поток управления переходит от одной деятельности к другой [2]. Рассмотрим укрупненную диаграмму деятельности для описания процесса реализации продукции клиенту.

Диаграмма классов (рис. 3) определяет типы классов системы и различного рода статические связи, которые существуют между ними.

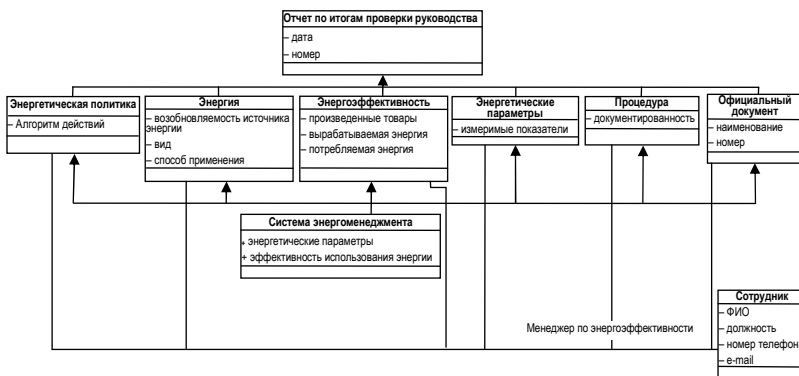


Рис. 3. Диаграмма классов для интеллектуальной системы мониторинга и анализа энергетических данных промышленного предприятия

Диаграмма последовательностей (Sequence Diagram) показана на рис. 4.

В нотации UML взаимодействие элементов рассматривается в информационном аспекте их коммуникации [2].

Менеджер по энергоэффективности контролирует, чтобы все ключевые характеристики производственного процесса, которые определяют энергоэффективность, периодически отслеживались, измерялись и анализировались. Результаты мониторинга и измерений сохраняются.

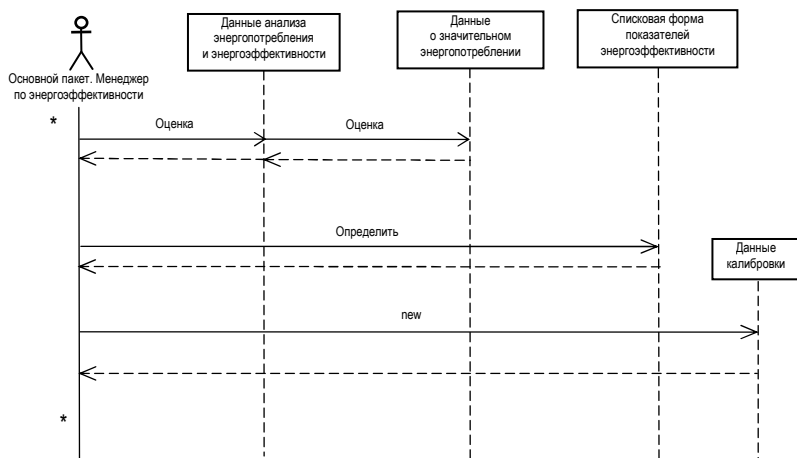


Рис. 4. Диаграмма последовательности для интеллектуальной системы мониторинга

Анализ энергопотребления и энергоэффективности необходимо периодически обязательно пересматривать при возникновении значительных изменений в производстве, оборудовании, системах и процессах.

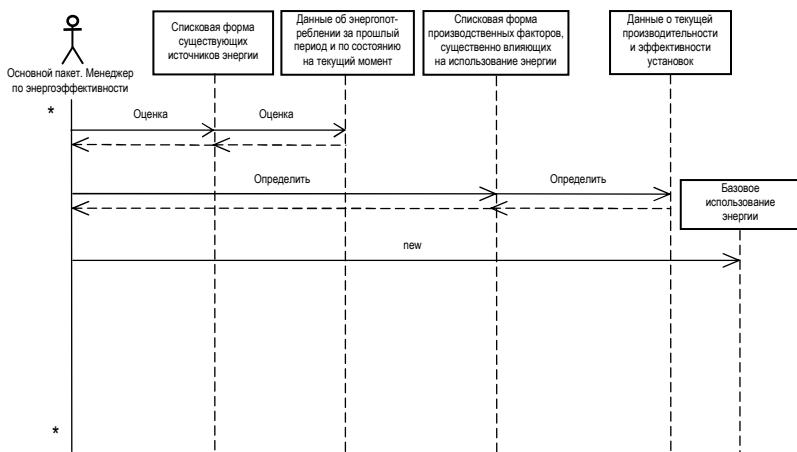


Рис. 5. Диаграмма последовательности анализа энергопланирования

Заключение. Использование CASE-средства, а именно UML-диаграмм может наглядно показать протекающие процессы на предприятии. Также CASE-средства оказывают положительное воздействие на некоторые или на все из перечисленных факторов: производительность, качество продукции, соблюдение стандартов и документирование. CASE-средства обеспечивают высокий уровень технологической поддержки процессов на предприятии и их сопровождения программным обеспечением.

Библиографический список

1. Смирнова Г.Н., Сорокин А.А., Тельнов Ю.Ф. Проектирование экономических информационных систем: учебник / под ред. Ю.Ф. Тельнова. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 512 с.

2. Похилько А.Ф., Горбачев И.В., Рябов С.В. Моделирование процессов и данных с использованием CASE-технологий: учеб. пособие. – Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2014. – 163 с.

Секция 4

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ.
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ. ПОДГОТОВКА ВХОДНЫХ И ОБРАБОТКА ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ

Студенты А.С. Сорокин, В.Ю. Бондарев,
канд. физ.-мат. наук, доцент Е.Л. Кротова
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассмотрена подготовка данных для ввода в искусственную нейронную сеть. Также описывается обработка полученных данных после завершения работы вычислительной искусственной модели. Рассматривается ещё одна важная проблема – искажение данных, так как эта проблема является актуальной для обучения и тестирования искусственной нейронной сети.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети; входные данные; выходные данные; искаженные данные; коэффициент искажения.

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS. PREPARATION INPUT AND OUTPUT PROCESSING DATA

Students A.S. Sorokin, V.Yu. Bondarev,
Ph.D. in Physics and Mathematical Sciences,
Associate Professor E.L. Krotova
Perm National Research Polytechnic University

This article will present data preparation for its entry into the artificial neural network. It also describes the processing of the data after the completion of artificial computing model. Talking is still about one important feature – the distortion of the data, as this issue is relevant for learning and testing artificial neural network.

Keywords: artificial neural network; input data; output data; corrupted data; distortion factor.

Наша цель состоит в обучении искусственной нейронной сети. Для правильного решения данной задачи нужно корректно подготовить данные для ввода в сеть, если входные данные обработать неправильно, то прогнозирование данных будет иметь высокий процент ошибки, что повлечет за собой неверный результат.

Допустим, данные будут выглядеть как сигнатура, слепленная из вектора бинарных чисел, т.е. 0 и 1. И будет закодированный результат так же в виде 0 или 1 (рис. 1).

```

010101111100000 → 1
001010101011101 → 0
101011001100000 → 0
111010101010101 → 1
...

```

Рис. 1. Примерное представление необработанных входных данных

Единица будет обозначать положительный результат, а ноль - отрицательный, т.е. если это применять к сайту какой-либо компании, к примеру рекламной, то пользователи, которые не нанесут вред, будут обозначаться 0, а пользователи, которые его нанесут (злоумышленники), - 1.

Теперь из этой сигнатуры нужно выбрать подходящие входные данные, это те данные, где зависимость будет максимальной с выходными. Для этого воспользуемся коэффициентом корреляции Пирсона. Он характеризует существование линейной зависимости между двумя величинами, в нашем случае это входные и выходные данные. Из-за большого количества данных можно выбрать первые 30 чисел сигнатуры и выявить наибольшую зависимость, но для лучшей оптимизации нейронной сети проверим все числа сигнатуры входных данных, тогда мы сможем найти наилучший результат коэффициента зависимости. Отсортировав данные таким способом, подаём их на вход искусственной нейронной сети. Но это только один вектор, подаваемый на вход. Для второго входного вектора возьмем последовательность единиц [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, ...] или числовую последовательность [1, 2, 3, 4, 5, 6, ...], или любую другую последовательность. Всё зависит от того, насколько важна точность обучения нейронной сети.

После того как сеть обучилась, на выходе получается последовательность нецелых чисел в пределах [0; 1] (рис. 2, 3).

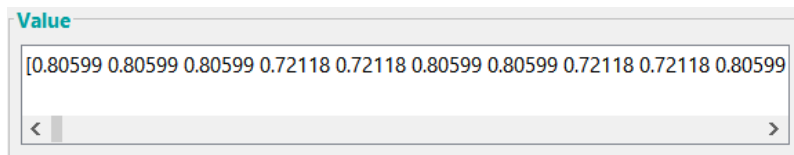


Рис. 2. Выходные данные, полученные из вектора [1, 1, 1, 1, 1, ...]

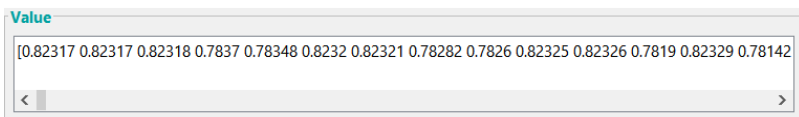


Рис. 3. Выходные данные, полученные из вектора [1, 2, 3, 4, 5, 6, ...]

Далее выходные данные нужно перевести в бинарный вид для сравнения их с теми, которые должны были получиться, и для подсчёта коэффициента искажения, который позволит нам выявить, насколько правильно обучилась нейронная сеть. Большее значение на выходе возьмем за единицу, а меньшее – за нуль, это если второй входной вектор был из последовательности единиц. Для числовой последовательности будет сложнее, так как на выходе будут неустойчивые значения. Поэтому поставим условие: если $x >$ среднего значения, то $x = 1$, если иначе, то 0, где x – полученное значение на выходе. Найдём количество ошибок для обученной нейронной сети. Вычислим разность целевых выходных данных и полученных данных сети. Если разность равна нулю, то ошибки нет, если равна единице, то, соответственно, есть. Количество ошибок будет равно сумме этих единиц. Таким образом, мы сможем вычислить коэффициент искажения.

При вычислении коэффициента искажения будем использовать формулу

$$k = \frac{m}{n} \cdot 100,$$

где m – количество искаженных, n – количество всех данных.

Библиографический список

1. Бондарев В.Ю., Сорокин А.С., Кротова Е.Л. Искусственная нейронная сеть как средство и метод статистической обработки данных // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – 2011. – № 20. – С. 19–22.

2. Сорокин А.С., Бондарев В.Ю., Кротова Е.Л. Создание и обучение искусственной нейронной сети для статистического оценивания данных // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – 2011. – № 20. – С. 29–32.

3. Krotov L.N., Krotova E.L., Bogdanov N.V. Identification and counteractions to attacks of malefactors in the automated working system // Arpn Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2015. – Vol. 10. – № 22. – P. 10387–10391.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ

Студенты А.С. Сорокин, В.Ю. Бондарев,
канд. физ.-мат. наук, доцент Е.Л. Кротова
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье изучаются два типа искусственной нейронной сети для решения задач прогнозирования, их обучение и моделирование. В работе описывается анализ данных, которые мы пропускали через наши сети, показано, как правильно оценить точность обучения и прогноза.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть; нейроны; прогнозирование; сеть с обратным распространением ошибки; рекуррентная сеть.

USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR PREDICTING DATA

Students A.S. Sorokin, V.Yu. Bondarev,
Ph.D. in Physics and Mathematical Sciences,
Associate Professor E.L. Krotova
Perm National Research Polytechnic University

This article examines two types of artificial neural networks for solving forecasting problems, their training and simulation. The paper describes the analysis of the data, which we passed through our network, shown how to properly evaluate the accuracy of learning and prediction.

Keywords: artificial neural network; neurons; forecasting; network with backpropagation; recurrent network.

Прогнозирование является одной из важных функций искусственной нейронной сети. Учитывая место, которое занимает информация в наше время, данная функция нейронной сети должна быть тщательно рассмотрена и изучена. Попробуем взять два типа искусственных нейронных сетей и обучить их для дальнейшего прогнозирования, а также осуществить сам прогноз. Нашей первой сетью будет сеть с обратным распространением ошибки (рис. 1). Данная сеть использует алгоритм обратного распространения ошибки, суть этого алгоритма заключается в распространении сигналов ошибки от выхода к входу нейронной сети, т.е. в направлении, обратном распространению сигналов в нормальном режиме работы сети. Для реализации искусственной нейронной сети используем MatLab.

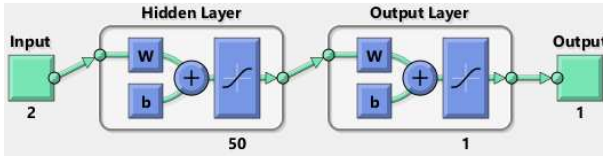


Рис. 1. Сеть с обратным распространением ошибки

Введем в командную строку nntool. Для обучения сети выберем вкладку «Train», возьмем бинарную сигнатуру данных на вход, которая характеризует трафик сети. Не забудем указать выходной вектор, который является целевым для обучения сети. Обучим сеть, допустим, 15 раз и выберем максимальное количество итераций, в данном случае максимальная итерация равна 21 (рис. 2).

Neural Network

Algorithms

Data Division: Random (dividerand)
 Training: Levenberg-Marquardt (trainlm)
 Performance: Mean Squared Error (mse)
 Calculations: MEX

Progress

Epoch:	0	21 iterations	1000
Time:		0:00:00	
Performance:	0.0437	0.0419	0.00
Gradient:	0.0188	0.000164	1.00e-07
Mu:	0.00100	0.000100	1.00e+10
Validation Checks:	0	6	6

Plots

Performance (plotperform)
 Training State (plottrainstate)
 Regression (plotregression)

Plot Interval: 1 epochs

Opening Performance Plot

Рис. 2. Обучение сети

Вычислим коэффициент искажения, который покажет, насколько точно обучилась наша нейронная сеть. Коэффициент искажения равен 13,2 %, т.е. точность обучения 86,8 %. Далее на обученной нейронной сети осуществим прогнозирование данных.

Для симулирования выберем вкладку «Simulate» (рис. 3). Подадим входной вектор, в нашем случае это вектор «datasim», но не указываем выходной вектор, чтобы в дальнейшем сравнить выход нейронной сети с тем, который нам требуется. Коэффициент искажения получился 15,17 %. Сделаем вывод: сеть с задачей прогнозирования справилась, но недостаточно результативно.

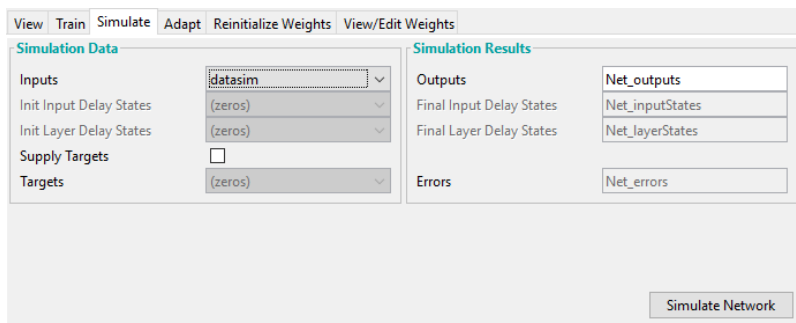


Рис. 3. Симулирование данных сети с обратным распространением ошибки

В качестве второй нейронной сети используем рекуррентную нейронную сеть (рис. 4). Данная сеть имеет динамическую память благодаря обратной циклической связи, т.е. сеть обучается на основе предыдущих данных, что позволяет повысить обучаемость нейронной сети.

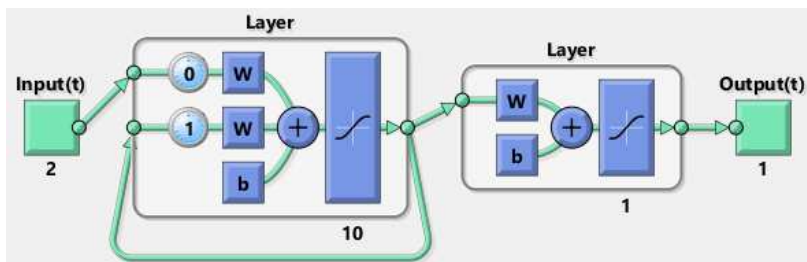


Рис. 4. Структура рекуррентной сети

Обучаем сеть по аналогии с сетью с обратным распространением ошибки. После этого сеть создаст новый слой рекуррентного состояния (Recurrent1_layerStates). Обучая её второй раз, добавляем этот слой в поле состояния задержки (LayerDelayStates), как показано на рис. 5.

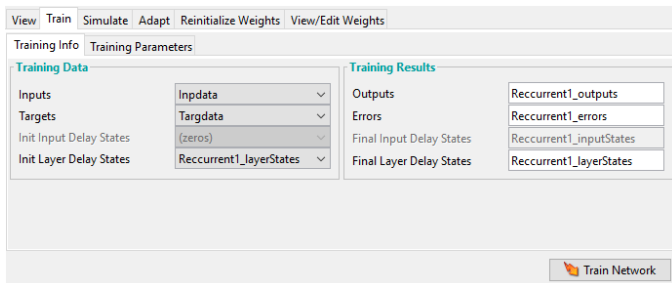


Рис. 5. Обучение данных рекуррентной сети

При обучении сети максимальная итерация равна 19 (рис. 6). Коэффициент искажения 8,56 %.

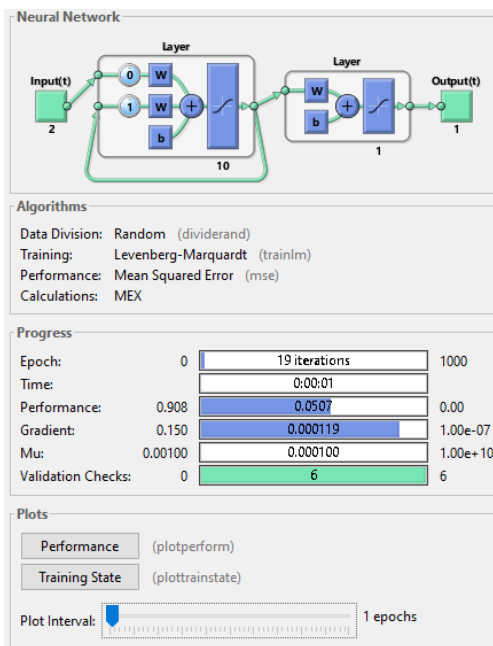


Рис. 6. Результат обучения сети

По аналогии с предыдущей сетью выполним симулирование, при этом не указывая выход. Искаженность данной сети равна 3,44 %. Делаем вывод о том, что рекуррентная сеть лучше обучилась, следовательно, она больше пригодна для решения задачи прогнозирования.

В качестве модели прогнозирования были взяты именно эти типы сетей из-за простоты обучения. Также было проведено их сравнение.

Библиографический список

1. Бондарев В.Ю., Сорокин А.С., Кротова Е.Л. Искусственная нейронная сеть как средство и метод статистической обработки данных // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – 2011. – № 20. – С. 19–22.

2. Сорокин А.С., Бондарев В.Ю., Кротова Е.Л. Создание и обучение искусственной нейронной сети для статистического оценивания данных // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – 2011. – № 20. – С. 29–32.

3. Krotov L.N., Krotova E.L., Bogdanov N.V. Identification and counteractions to attacks of malefactors in the automated working system. – 2016.

ПОДСИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ УРОВНЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОМЕЩЕНИИ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Студент Н.А. Амилаханов

Воронежский институт высоких технологий

Д-р техн. наук, профессор А.Г. Юрочкин

Российская академия народного хозяйства и государственной
службы при Президенте РФ, г. Воронеж

В статье описана программа оценки уровня электромагнитных волн в помещении. Приведены структура программы и основные ее формы.

Ключевые слова: распространение радиоволн; программа; моделирование.

THE SUBSYSTEM OF VISUALIZATION OF THE LEVELS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS IN INDOOR WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS

Student N.A. Amilahanov

Voronezh institute of high technologies

Doctor of Technical Sciences, Professor A.G. Yurochkin

Russian Academy of national economy and state service under
the RF President, Voronezh

The paper describes a program for evaluation the level of electromagnetic waves indoors. The structure of the program and its basic form are given.

Keywords: radio wave propagation; program; modeling.

В существующих условиях беспроводные технологии активным образом применяются, и они никак не уступают в своем развитии многим технологиям связи [1–3]. Среди таких технологий можно выделить Wi-Fi, Zigbee, WiMax, Dect и др. В городах быстро строят высотные здания (5–40 этажей), которые характеризуются своей разной формой. Внутри них есть офисы, банковские структуры, магазины, торговые центры, в которых установлены различные устройства, и они должны работать на основе новых технологий и методов [4–6].

Представляет интерес разработка программы, предоставляющей возможности для проведения оценки уровня волн внутри помещений.

Цель работы: реализация алгоритма оценки уровня волн Wi-Fi в помещении. Решаемые задачи:

- 1) проведение анализа методов оценки уровня Wi-Fi;
- 2) построение алгоритма уровня Wi-Fi;
- 3) программная реализация оценки уровня WI-Fi.

В качестве среды разработки была выбрана программа Borland C++ Builder XE7. Она объединяет мощь индустриального стандарта C++ и компонентно-ориентированный подход к разработке программных систем, C++ Builder XE7 обладает разными средствами для проведения разработок интернет- и бизнес-приложений со всеми требуемыми технологиями разработки необходимых решений на платформе Windows. Средства поддержки Windows дают возможности визуальным образом формировать серверные и клиентские приложения на основе всех возможностей.

Среда разработки приложений Borland C++ Builder XE7 была выбрана поскольку:

1) в такой среде есть сочетание гибкости и мощи языка C++ и средств для быстрого формирования многофункциональных интерфейсов;

2) в используемой версии C++ Builder XE7 есть специализированные компоненты, облегчающие создание приложений, работающих с Интернетом;

Эту среду считают одним из популярных средств для быстрой разработки приложений по всему миру.

Выбор языка программирования проводился нами по следующим критериям:

1. Читательность языка, легкость чтения и понимание программ на нем:

а) простота;

б) возможность описания разных практических задач;

2. Ограниченное количество управляющих операторов:

а) количество операторов безусловного перехода;

б) точки перехода никогда не должны находиться слишком далеко;

в) количество операторов безусловного перехода должно быть ограничено.

3. Типы и структура данных должны быть хорошо описаны.

4. Анализ синтаксической структуры:

- а) формула идентификаторов,
 - б) ограничение длины идентификаторов до очень маленьких размеров уменьшает читабельность;
 - в) специальные слова;
 - г) форма и значение.
5. Легкость создания программ:
- а) простота и ортогональность;
 - б) поддержка абстракции;
 - в) выразительность.
6. Надежность:
- а) проверка типов;
 - б) обработка исключений;
 - в) совмещение имен;
 - г) легкость чтения и использования.

C++ Builder XE7 позволяет организовать легкий доступ к базам данных на основе специальных технологий. На рис. 1 приведена структура программы.

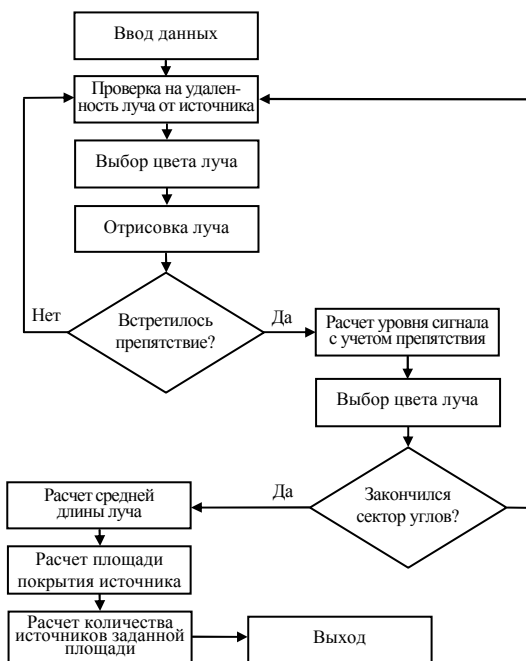


Рис. 1. Структура программы визуализации Wi-Fi волн

Есть возможность написания баз данных с использованием технологии ADO (ActiveX Data Objects).

ADO – это пользовательский интерфейс к любым типам данных, включая реляционные базы данных и нереляционные, электронную почту, системные, текстовые и графические файлы.

Связь с данными осуществляется посредством так называемой технологии OLE DB.

В параметры основного меню входят:

1) Окна для записи значений.

- Координаты БС: (X,Y), сектор углов, шаг угла, масштаб 1 пиксель = X км, частота сигнала (МГц), минимальный уровень (дБ), коэффициент усиления антенны (dBi), размеры области (м).

Основное меню без значений данной программы представлено на рис. 2.

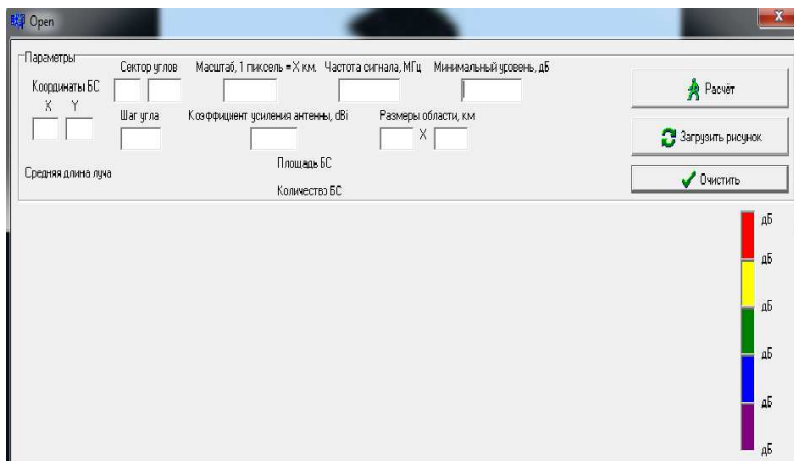


Рис. 2. Основное меню без значений

2) Кнопки.

- Расчет: производится вычисление результатов (рис. 3).

Загрузить рисунок (png,jpeg): на рис. 4 изображены объекты, через которые будет видно прохождение волн Wi-Fi; «Очистить»: с помощью этой кнопки удаляются занесенные значения.

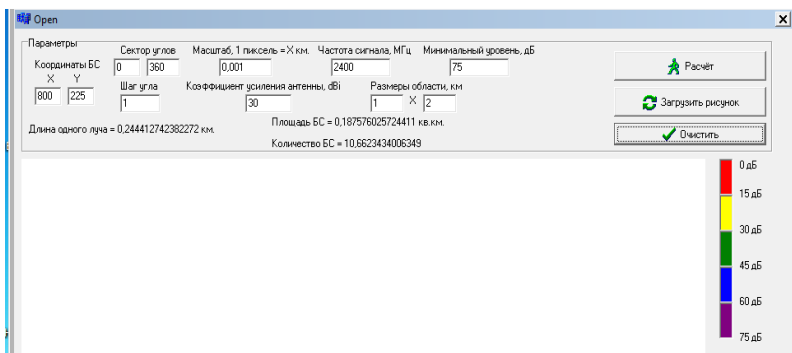


Рис. 3. Меню с расчетными данными программы

В окне результатов пользователь сможет увидеть итоговые данные.

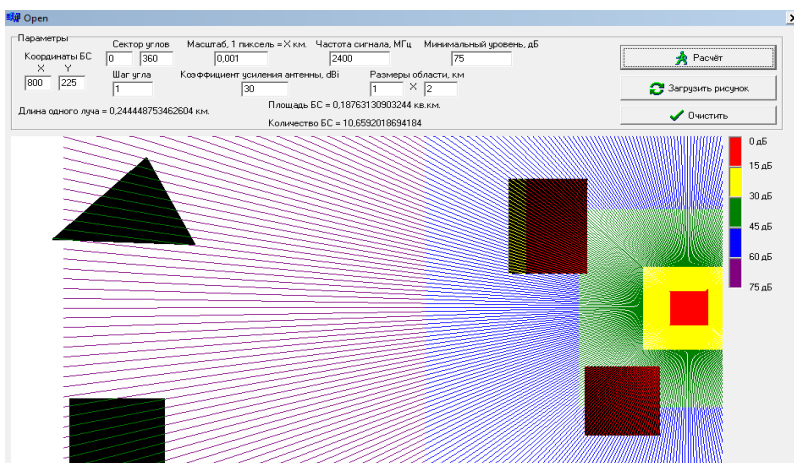


Рис. 4. Результаты расчетов

Таким образом, данная программа с использованием методов математического моделирования [7, 8] дает возможности для проведения оценки уровня мощности Wi-Fi при распространении электромагнитных волн в свободном пространстве и через препятствия, а также делать визуализацию электромагнитной картины лучей Wi-Fi.

Библиографический список

1. Мельникова Т.В. Модель проектирования беспроводных систем связи с учетом природных и промышленных помех // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(16). – С. 61–63.
2. Максимова А.А., Юрочкин А.Г. Методы исследования характеристик рассеяния электромагнитных волн объектами // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(16). – С. 53–56.
3. Канавин С.В., Лукьянов А.С. Перспективы применения систем мобильного широкополосного доступа в сетях подвижной радиосвязи на основе стандартов MOBILE WIMAX и LTE // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(16). – С. 79–82.
4. Казаков Е.Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети WI-FI // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 13.
5. Глотова Т.В. Применение методов оптимизации для проектирования поглотителей электромагнитных волн // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 8.
6. Преображенский А.П. Моделирование характеристик рассеяния объектов, в состав которых входят кромки // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 7.
7. Преображенский А.П. Анализ распространения электромагнитных волн внутри помещения в рамках лучевого подхода / Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 12.
8. Преображенский А.П. Анализ радиопокрытия в системах связи на основе геометрических алгоритмов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 17.

ПРОЦЕССЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В СИСТЕМАХ СВЯЗИ В ПРИСУТСТВИИ ЭФФЕКТОВ ЗАТУХАНИЯ

Студент Н.А. Амилаханов

Воронежский институт высоких технологий

Д-р техн. наук, профессор А.Г. Юрочкин

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, г. Воронеж

Статья посвящена изучению распространения радиоволн в системах связи при эффектах затухания. Приведены примеры расчета.

Ключевые слова: радиоволны; связь; моделирование; затухание.

THE PROCESS OF MODELING RADIO WAVE PROPAGATION IN COMMUNICATION SYSTEMS IN THE PRESENCE OF DAMPING EFFECTS

Student N.A. Amilahanov

Voronezh institute of high technologies

Doctor of Technical Sciences, Professor A.G. Yurochkin

Russian Academy of national economy and state service under the RF President, Voronezh

The paper is devoted to the study of radio wave propagation in communication systems when damping effects. The examples of the calculation are given.

Keywords: radio waves; communications; modeling; attenuation.

Для систем беспроводной связи процессы отражения электромагнитных волн могут наблюдаться от поверхности Земли, конструкций зданий, различных неровностей земной поверхности.

Если и рельеф земной поверхности не является регулярным, то эффективным является использование подхода, связанного с геометрической оптикой (ГО) и трассировкой лучей [1, 2].

Если рассматривать реальные случаи, то для подстилающей поверхности трасс характерна слоистая структура [3].

Подобную трассу мы можем представить на основе различных моделей:

- в виде плоскослоистой среды, имеющей гладкие границы;
- в виде среды, имеющей шероховатые границы.

Рассмотрим особенности математического описания плоскостлой среды. Для того чтобы определить коэффициенты отражения электромагнитных волн от плоскостлой среды, применяют разные математические подходы. Например, при расчете коэффициентов прохождения и отражения электромагнитных волн от плоскостлой среды, которые содержат более чем один слой диэлектрика, во многих случаях прибегают к матричному подходу, описанному в [4, 5].

Каждый из слоев плоскостлой среды может быть описан на основе характеристической матрицы (или матрицы передачи), которая имеет разный вид для разных поляризаций (рис. 1).

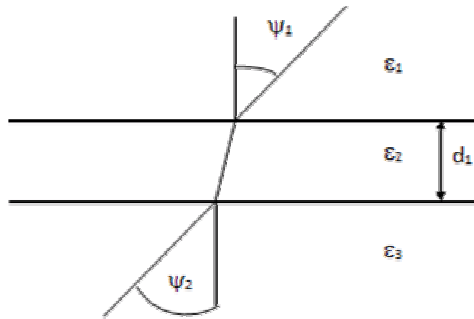


Рис. 1. Схема прохождения волны через плоскостлой среду

$$M_{\text{парал}} = \begin{bmatrix} \text{ch}j\gamma_i & \frac{w_0 \cos \psi_1}{w_i \cos \psi_i} \text{sh}j\gamma_i \\ \frac{w_i \cos \psi_i}{w_0 \cos \psi_1} \text{sh}j\gamma_i & \text{ch}j\gamma_i \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$$M_{\text{перпендик}} = \begin{bmatrix} \text{ch}j\gamma_i & \frac{w_i \cos \psi_i}{w_0 \cos \psi_1} \text{sh}j\gamma_i \\ \frac{w_0 \cos \psi_1}{w_i \cos \psi_i} \text{sh}j\gamma_i & \text{ch}j\gamma_i \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$\gamma_i = \frac{2\pi d}{\lambda_0} \sqrt{\varepsilon_i (1 - j \text{tg} \delta_i) \cos \psi_i}, \quad (3)$$

$$\psi_i = \arcsin \left(\frac{\sin \psi_1}{\text{Re} \sqrt{\varepsilon_i (1 - j \text{tg} \delta_i) \cos \psi_i}} \right), \quad (4)$$

Для всей плоскострой среды используется матрица $M_{\text{суммарное}}$, она определяется на основе произведения всех матриц слоев. Это произведение формируется в той же последовательности, в какой происходит распространение сквозь слоистую среду электромагнитной волны [20].

$$M_{\text{суммарное}} = M_1 M_2 \dots M_n = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Для того чтобы определить значения коэффициентов отражения и прохождения плоских волн через соответствующий слой, необходимо использовать элементы общей матрицы передачи плоскостройных сред [6]:

$$T_{\text{суммарное}} = \frac{2}{m_{11} + m_{21} + m_{12} + m_{22}}, \quad (6)$$

$$\Gamma_{\text{суммарное}} = \frac{(m_{11} + m_{12}) - (m_{22} + m_{21})}{m_{11} + m_{21} + m_{12} + m_{22}}. \quad (7)$$

При распространении электромагнитных волн над землей их затухание может быть связано с тем, что между передатчиком и приемником существует растительность. Наличие ветвей и листьев кустов и деревьев может привести к значительному ослаблению принимаемого сигнала или к изменению направления движения волн. Беспроводной канал становится крайне сложным в этом случае из-за влияния на него лесной растительности. Мы проводили расчеты в борновском приближении, при котором не происходит учета повторных рассеяний рассеянных волн (рис. 2).

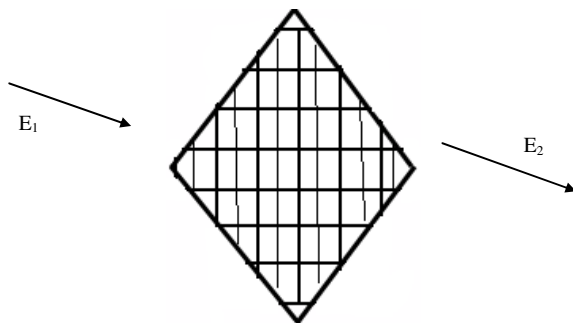


Рис. 2. Демонстрация борновского рассеяния электромагнитной волны на элементе растительности

Решение задач, связанных с рассеянием электромагнитных волн, на таких диэлектрических структурах может быть связано с использованием интегральных уравнений и метода моментов.

Рассеянное поле связано с токами, определяемыми при решении соответствующего матричного уравнения [7, 8].

На рис. 3 дано сравнение амплитуд волн, полученное на основе 2 методов.

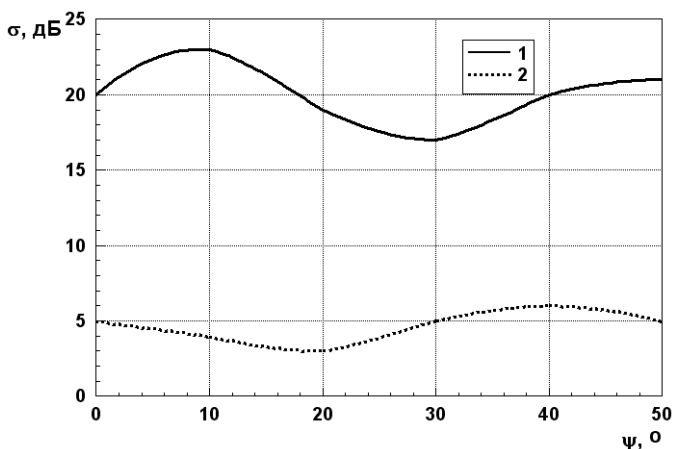


Рис. 3. Зависимость амплитуды рассеянной волны при моделировании элемента растительности в виде ромба для горизонтальной поляризации падающей волны: 1 – рельефное рассеяние; 2 – моделирование на основе метода моментов

Заключение. Проведено рассмотрение особенностей распространения электромагнитных волн по трассам связи в городских условиях.

Библиографический список

1. Исследование метода трассировки лучей для проектирования беспроводных систем связи / Я.Е. Львович, И. Я.Львович, А.П. Преображенский, С.О. Головинов // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2012. – Т. 17. – № 1. – С. 32–35.
2. URL: <http://www.rit.informost.ru/rit/5-2005/45.pdf>
3. Распространение радиоволн / О.И. Яковлев, В.П. Якубов, В.П. Урядов, А.Г. Павельев. – СПб.: Ленанд, 2009. – 496 с.

4. Ботов М.И., Вяхирев В.А., Девотчак В.В. Введение в теорию радиолокационных систем: монография / под ред. М.И. Ботова. – Красноярск: Изд-во Сиб. федер. ун-та, 2012. – 394 с.

5. Болучевская О.А., Горбенко О.Н. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 4.

6. Максимова А.А., Юрочкин А.Г. Методы исследования характеристик рассеяния электромагнитных волн объектами // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(6). – С. 53–56.

7. Мельникова Т.В. Модель проектирования беспроводных систем связи с учетом природных и промышленных помех // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(6). – С. 61–63.

8. Канавин С.В., Лукьянов А.С. Перспективы применения систем мобильного широкополосного доступа в сетях подвижной радиосвязи на основе стандартов MOBILE WIMAX и LTE // Вестник Воронеж. ин-та высоких технологий. – 2016. – № 1(6). – С. 79–82.

ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ КИБЕРПРЕСТУПЛЕНИЙ В ЭПОХУ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Студент А.А. Журавлёв,
канд. пед. наук, доцент Т.В. Кондрашина
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Описаны основные потенциальные угрозы в области информационных технологий, рассмотрены некоторые способы незаконных действий киберпреступников. Также представлены возможные пути минимизации угроз в сфере информационных технологий, в частности, защита электронных счетов и денежных средств.

Ключевые слова: безопасность; технология; киберпреступление; данные; информация; вирус; устройство.

POSSIBLE WAYS TO PROTECT PEOPLE FROM CYBERCRIME IN THE AGE OF MODERN TECHNOLOGY

Student A.A. Zhuravlev,
Ph.D. in Pedagogical Sciences,
Associate Professor T.V. Kondrashina
Perm National Research Polytechnic University

This article describes the main potential threats in the field of information technologies, discusses some ways of illegal actions of cybercriminals. Also presents possible ways to minimize threats in the sphere of information technologies, in particular the protection of electronic invoices and cash.

Keywords: safety; technology; cybercrime; data; information; virus; device.

Развитие информационных технологий в XXI веке привело к тому, что современное общество в огромной мере зависит от управления различными процессами посредством компьютерной техники: электронной обработки, хранения, доступа и передачи информации.

Использование информационных технологий расширяет свое действие на всё новые сферы человеческой деятельности: от контроля за воздушным и наземным транспортом до решения проблем национальной безопасности. Информация является одним из основных элементов данного процесса и играет всё более существенную роль как в жизни отдельного человека, так и в жизни всего общества и каждого государства. В связи с этим информационная безопасность является одной из составляющих безопасности государства.

В наше время развитие научно-технического прогресса, связанное с внедрением современных информационных технологий, привело к появлению новых видов преступлений, в частности, к незаконному вмешательству в работу серверов, систем и компьютерных сетей, хищению, вымогательству компьютерной информации, опасному явлению, получившим распространенное название – «киберпреступность».

Многие эксперты отмечают, что использование информационных систем в преступных целях по своим последствиям может сравниться с действием оружия массового поражения. В настоящее время киберпреступность рассматривается как стремительно нарастающая угроза безопасности как для отдельных государств, так и для мирового сообщества в целом. Следовательно, проблема борьбы с киберпреступлениями и практика рассмотрения судами дел этой категории выдвигаются на одно из первых мест [1].

Обозначить киберпреступность можно как незаконные действия, которые осуществляются людьми, использующими информационные технологии для преступных целей. Среди основных видов киберпреступности выделяют распространение вредоносных программ (например, для блокировки компьютеров), взлом серверов, которые хранят важную персональную информацию, кражу номеров кредитных карт и других банковских реквизитов, а также распространение противоправной информации через Интернет.

Основной целью злоумышленников в большинстве случаев является незаконное хищение денежных средств. Одним из первых способов нелегального заработка киберпреступников – разработка и распространение вирусов, блокирующих доступ к работе с операционной системой. Обычно подобные вирусы требуют от пользователя перевода денежных средств, именно по этой причине вирусы такого типа называют «программа-вымогатель». Первый случай распространения такого вируса официально был зафиксирован в 1989 г. Пользователи получали по почте дискеты с программой, предоставляющей информацию о СПИДе. После установки система приводилась в неработоспособное состояние, и за её восстановление с пользователей требовали денег. Первые появления блокировщиков, требовавших отправить платное смс-сообщение за разблокировку операционной системы, датированы 25 октября 2007 г. Широкое распространение данный вирус, именуемый Trojan.Winlock, получил

в 2009–2010 гг., когда были заражены миллионы компьютеров пользователей русскоязычного Интернета. Долгое время потенциальными жертвами вредоносных программ были пользователи с операционной системой Windows, однако в последнее время аналогичные вирусы стали появляться и для операционной системы iOS [2].

Одним из подвидов программ-вымогателей является Ransomware. Этот компьютерный вирус оказывает более негативные последствия, чем Trojan.Winlock. При активации вредоносная программа Ransomware шифрует файлы в системе, блокирует возможность работы в системе или браузере. Для восстановления файлов вирус также требует перевести деньги.

В настоящее время технологии предоставляют возможность человеку посмотреть любую информацию в любой момент времени, независимо от его местоположения. Для этого необходимо воспользоваться смартфоном с возможностью выхода в Интернет. Однако в последнее время смартфоны стали уязвимы перед опасностью заражения вирусом. В данном случае вирус не блокирует телефон. Он может тайно отправлять смс-сообщения на специальные номера, таким образом снимать большие суммы денег с баланса абонента. Кроме того, вирус может получить доступ к данным банковских карточек, которые пользователь сохраняет в заметках или в специальном приложении от банка. Чаще всего вирусы проникают в смартфон через сеть Wi-Fi, в этом случае встроенное защищённое соединение https не сможет в 100 % случаев предотвратить атаку. Защитить смартфон помогут использование мобильного Интернета от оператора, установка антивируса, посещение только достоверных сайтов и скачивание файлов из надёжных источников.

Все персональные данные, которые зачастую вводятся повсеместно в Интернете, банковские и другие конфиденциальные данные хранятся на серверах. Безусловно, эти серверы защищены надёжнее, чем персональные компьютеры обычных пользователей, но и они могут стать целью для кибератак. В данном случае от владельцев этой информации ничего не зависит: защитой серверов занимается специальная служба безопасности, обеспечивающая сохранность данных пользователей.

С повсеместным развитием информационных технологий область действия компьютерных вирусов увеличивается, и на сегодняшний день под их влияние попали банкоматы. Причина единственна

и очевидна – тайное снятие денежных средств со счетов людей. Банкоматы являются узкоспециализированными компьютерами, со своей собственной операционной системой, в некоторых случаях модернизированной операционной системой Windows или Linux. Уникальность операционной системы была необходима для обеспечения безопасности, однако уже сейчас эта безопасность находится под угрозой. Злоумышленники могут «заразить» банкомат вирусом, используя интернет-соединение, через которое подключен банкомат, либо с помощью специально запрограммированных банковских карт. Внешне никак нельзя определить, является ли банкомат «заражённым» или нет. В дополнение к вирусу в банкомате киберпреступники могут устанавливать небольшие скрытые камеры возле кнопок, для определения пин-кода, либо перехватывать изображение с уже установленной в банкомате камеры. Защитить банкомат от подобных вредоносных программ сложно по той причине, что из-за собственной операционной системы необходимо создать специальный антивирус, который будет работать в данной системе и справляться именно с вирусами, созданными для банкоматов. К сожалению, на данный момент ещё не разработано в достаточном количестве такое антивирусное программное обеспечение, и именно по этой причине держатели банковских карт беззащитны перед угрозой хакерской атаки на их банковский счёт.

Отдельное внимание стоит уделить такому явлению, как установка злоумышленниками «скиммеров» на банкоматы [3]. Скиммер – специальное устройство, состоящее из двух частей: накладного симулятора приёмника карты, который устанавливается поверх разъёма для карты и моментально считывающее всю необходимую информацию, когда человек просто вставляет карту в банкомат, и накладной клавиатуры, предназначенной для считывания информации о PIN-коде карты (рисунок). Это устройство состоит из следующих компонентов:

- считыватель – считывает данные с магнитной полосы карты;
- микросхема преобразователя информации – обрабатывает полученную информацию для дальнейшего использования;
- накопитель – хранит полученные данные;
- контроллер – устройство управления.

Снятие денег происходит в несколько этапов. Человек вставляет карту в банкомат, скиммер моментально считывает и сохраняет дан-

ные карточки на внутреннем накопителе или на внешнем накопителе, передавая данные чаще всего по беспроводным каналам технологии Bluetooth (например, на мобильный телефон или другое устройство вблизи банкомата). Вводимые данные с накладной клавиатуры аналогично отправляются на накопитель. Как только скиммер или внешнее устройство накопило достаточное количество информации, злоумышленник – кардер – тайно забирает накопитель с собой, установив вместо него новый пустой накопитель. Таким образом, преступник получает всю информацию о банковской карте, необходимую для снятия с неё наличных. В конечном итоге злоумышленник записывает все данные на «белый пластик» – пустую белую карту с магнитной полоской, не имеющей никаких логотипов, и с помощью неё снимает деньги в другом банкомате либо расплачивается в магазине.



Рис. Пример скиммера

Киберпреступники могут поставить под угрозу национальную безопасность целой страны, взломав серверы с государственной информацией или нарушив работу стратегических информационных систем. В большинстве случаев такие масштабные атаки производятся для получения секретных документов государства. Крупные страны стараются принимать различные меры предосторожности. Например, вся компьютерная техника, используемая в государственных структурах Российской Федерации, перед использованием тщательно проверяется Федеральной службой безопасности на наличие запрещённых модулей и прослушивающих устройств.

Принимая во внимание все имеющиеся киберугрозы, возникает вопрос об информационной защите от киберпреступников, в особенности защите материальных средств. Основной способ предотвратить хищение с электронных счетов – это ликвидация так называемых «дыр» в системах безопасности, уязвимостях, через которые преступники могут совершать свои манипуляции. Поскольку ни одна система безопасности не может обеспечивать 100%-ную защиту, необходим постоянный мониторинг уязвимостей специалистами, разрабатывающими данную систему, и своевременное исправление обнаруженных уязвимостей. В случае с банкоматами необходим тщательный ежедневный контроль банкоматов сотрудниками банков на наличие скиммеров. Помимо этого производители банкоматов могут изменить форму разъёма и клавиатуры для усложнения установки подобных устройств, а также встраивать специальные устройства для глушения радиосигналов в малом радиусе во избежание передачи данных, считанных скиммером.

На сегодняшний день каждый городской житель может стать жертвой киберпреступников. Уголовная ответственность не является преградой для мошенников, возможность определить их местонахождение является непростой задачей перед правоохранительными органами из-за недостаточного развития и внедрения соответствующих технологий. Несмотря на тот факт, что подобные преступления совершаются преимущественно в крупных городах, рассмотренная проблема может коснуться каждого, кто так или иначе связан с миром информационных технологий. Информационное развитие современного общества во многих направлениях эволюционирует с огромной скоростью, однако обеспечение информационной безопасности в настоящий момент является слабым звеном и может нанести существенный ущерб во многих аспектах жизни современного человека.

Библиографический список

1. Бармен Скотт. Разработка правил информационной безопасности. – М.: Вильямс, 2002. – 208 с.
2. Вячеслав Копейцев, Иван Татаринов. Троянцы-вымогатели (рус.). – URL: SecureList.securelist.com
3. Yudhijit Bhattacharjee. Automated Theft Machines Crooks are getting better at stealing your ATM. – URL: info.content.time.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ BYOD

**Студент Д.А. Бортник,
канд. техн. наук, доцент А.С. Шабуров**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В данной статье рассмотрены и охарактеризованы преимущества внедрения технологии BYOD. Проанализированы проблемы безопасности информации при использовании удаленного доступа и представлены современные технологии защиты информации, позволяющие обеспечить требуемый уровень защищенности для корпоративной сети. Разработана модель корпоративной сети, иллюстрирующая реализацию требований по безопасности информации на заданном уровне при использовании технологии BYOD.

Ключевые слова: технология BYOD; корпоративная сеть; аутентификация; управление доступом; виртуальная машина.

RESEARCHING OF THE DATA PROTECTION METHODS IN DISTRIBUTED CORPORATE NETWORK USING THE BYOD TECHNOLOGY

**Student D.A. Bortnik
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.S. Shaburov**
Perm National Research Polytechnic University

In this article the advantages of the BYOD technology are examined and described. It was analyzed the problems of information security when using remote access methods and it was listed the modern technologies of data protection allowing to provide the required security level for corporate network. The model of the corporate network using the BYOD technology was also developed. This model is illustrating the implementation of security requirements at the preassigned level.

Keywords: BYOD technology; corporate network; authentication; access control; virtual machine.

В настоящее время достаточно актуальной является проблема обеспечения информационной безопасности распределенных корпоративных систем. Эта проблема в первую очередь обусловлена возрастающим потенциалом угроз безопасности информации, совершенствованием технологий компьютерных атак и, как следствие, инцидентов, связанных с ними. Существует значительное количество

разнообразных способов и средств ЗИ, применяемых для решения этой проблемы [1], связанных с совершенствованием системы информационного обмена и оптимизацией работы корпоративной информационной системы.

Одним из путей оптимизации работы корпоративной информационной системы является внедрение технологии BYOD (Bring Your Own Device). В то же время применение данной технологии наряду с совершенствованием информационных процессов способствует появлению новых угроз информационной безопасности. Это обуславливает необходимость исследования способов защиты информации в распределенных корпоративных сетях с применением технологии BYOD.

Руководители ИТ-подразделений выделяют три главных преимущества внедрения технологии BYOD [3]:

- **Производительность труда.** При использовании BYOD наблюдается рост производительности персонала как с точки зрения результатов, так и с точки зрения эффективности взаимодействия с коллегами.
- **Удовлетворенность работой.** Возможность самому выбирать устройства для работы приносит больше удовлетворения;
- **Сокращение затрат.** Стоимость гаджетов частично или полностью оплачивается сотрудниками, а эффективность использования ИТ-ресурсов повышается.

Результаты исследований [3], представленные на рис. 1, подтверждают данные утверждения.



Рис. 1. Результаты исследований эффективности концепции BYOD

Вместе с указанными преимуществами также выделяют главный недостаток BYOD – появление новых угроз безопасности корпоративных данных, связанных с вредоносным ПО, вирусами и вторжениями в сеть.

Основными проблемами безопасности при использовании удаленного доступа являются [5]:

1. Недостаток физической безопасности. Устройства для удаленной работы используются в различных местах за пределами организации: в квартирах работников, в кафе или в отелях. Мобильная сущность таких устройств создает большую вероятность утери вместе с хранящейся информацией.

2. Незащищенность внешних сетей. Поскольку почти весь удаленный доступ осуществляется через Интернет, организации обычно не могут контролировать безопасность внешних сетей, через которые происходит подключение. Данные сети связи подвержены прослушиванию, что создает риск утечки конфиденциальной информации.

3. Подключение зараженных устройств к внутренней сети. Устройства для удаленной работы, особенно ноутбуки, часто используются во внешней сети, а затем подключаются к интранету. Для защиты сети могут использоваться антивирусные программные продукты и решения по управлению доступом к сети (NAC), которые позволяют удостовериться в отсутствии вирусов на клиентском устройстве перед тем, как предоставить ему доступ к внутренней сети [4].

4. Доступ извне к внутренним ресурсам. Удаленный доступ предоставляет возможность подключения внешних хостов к внутренним ресурсам, например серверам. Любые ресурсы, доступные удаленно, должны быть надлежащим образом защищены от внешних угроз, а также доступ к ресурсам должен быть ограничен необходимым минимумом.

Современные технологии защиты информации позволяют обеспечить для удаленного рабочего места почти тот же уровень безопасности, что и для локального офисного [1].

Можно выделить следующие направления защиты [5]:

1. Аутентификация может осуществляться посредством паролей, цифровых сертификатов или аппаратных ключей. При возможности следует реализовывать взаимную аутентификацию клиента и сервера, чтобы сотрудник, отправляя данные, был уверен в подлинности принимающей стороны. Методы удаленного доступа, реализуемые

посредством IPSec и SSL VPN туннелей, включают аутентификацию через сервер выдачи билетов [2].

2. Авторизация. После подтверждения подлинности субъекта удаленного доступа организации могут подвергнуть клиентское устройство проверкам, чтобы определить, к каким ресурсам можно предоставить доступ. Наиболее распространенной проверкой является проверка безопасности устройства («health check»), в ходе которой определяется наличие базовых настроек безопасности, актуальной версии антивирусных средств и обновлений операционной системы.

3. Управление доступом. Предоставление доступа к ограниченному набору сервисов, о котором говорилось выше, может не предотвратить влияние сотрудника на другие ресурсы, потому что доступ к этим ресурсам могут иметь сами приложения, запуск которых сотруднику разрешен. Например, веб-сервер, взаимодействующий с пользователем, может вызывать поиски на серверах баз данных, извлекать данные из файловых серверов, а также выполнять другие действия. Таким образом, разрабатывая политику разграничения доступа для сотрудников, следует учитывать зависимости между приложениями.

4. Безопасность программного обеспечения. Другим важным направлением защиты сети организации является обеспечение безопасности ПО пользовательских устройств. Многие клиенты удаленного доступа имеют настройки для безопасного соединения и могут быть удаленно сконфигурированы системным администратором. Также следует учитывать «толщину» клиента. Клиент считается «толстым», если он настроен таким образом, что организация имеет почти полный контроль над средой удаленного доступа. Организациям, предъявляющим высокие требования к безопасности, следует использовать «толстые» клиенты для удаленного доступа к ресурсам.

5. Шифрование данных. Все пользовательские устройства, независимо от размера и местонахождения, могут быть утеряны. Для защиты конфиденциальной информации используется шифрование. Некоторые операционные системы имеют собственные механизмы шифрования, также существует множество сторонних приложений, реализующих такие же функции.

6. Использование виртуальных машин. При полном контроле устройства со стороны организации возможно обеспечение соблюдения политик в области безопасности. Но при использовании концеп-

ции BYOD данная ситуация становится маловероятной из-за нежелания сотрудников предоставлять полный доступ к своим гаджетам. Методом контроля может служить использование виртуальных машин на пользовательских устройствах. Сотрудник запускает образ виртуальной машины в виртуальной среде, и этот образ функционирует как полноценный компьютер со своей операционной системой и программным обеспечением. На рис. 2 изображено подключение к корпоративной сети с использованием виртуальной машины. Важной особенностью является то, что с сетью взаимодействует не само устройство удаленного сотрудника, а виртуальная машина (VM), запущенная из-под основной операционной системы.

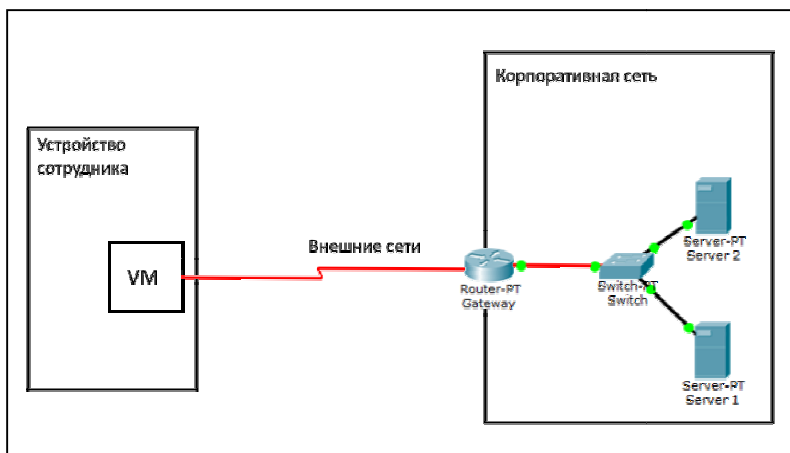


Рис. 2. Схема подключения с помощью виртуальной машины

7. Резервное копирование данных. При необходимости должно осуществляться резервное копирование данных на пользовательских устройствах. Если резервные копии пересылаются с пользовательских устройств во внутреннюю сеть компании, должны быть обеспечены шифрование и проверка целостности данных.

В результате проведенного исследования методов и средств защиты информации при использовании технологии BYOD разработана модель корпоративной сети, иллюстрирующая реализацию требований по безопасности информации на заданном уровне (рис. 3).

В разработанной модели удаленные клиенты подключаются к корпоративной сети с помощью «толстых» клиентов через

VPN-шлюз (VPN-Gateway). Далее каждый клиент проходит процедуры аутентификации и авторизации на сервере аутентификации (AuthServer). Сервер управления доступом (AccessControlServer) необходим для регламентации прав доступа сотрудников к какой-либо информации.

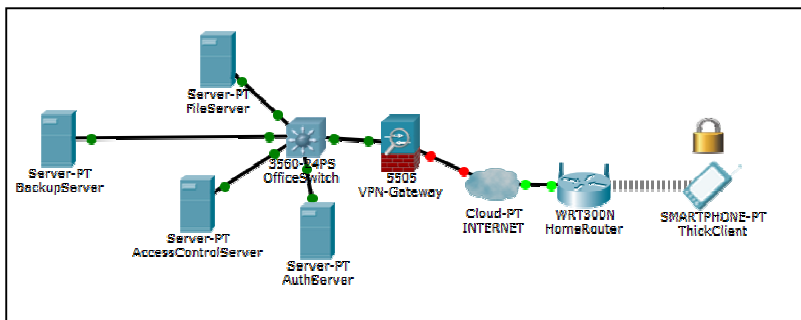


Рис. 3. Модель защищенной корпоративной сети при использовании BYOD

Для надежного хранения пользовательской информации происходит резервное копирование данных с удаленного устройства, причем копии хранятся локально в корпоративной сети. Копии передаются также с помощью VPN-соединения. Для обеспечения конфиденциальности информации в случае кражи или потери гаджета сотрудником применяется шифрование данных.

В рассмотренной модели серверы разделены физически по своему функциональному назначению. В действительности некоторые функции могут быть совмещены в одной машине.

На основании исследования методов и средств защиты информации при использовании технологии BYOD можно сделать вывод о необходимости дальнейшей работы по изучению механизмов обеспечения безопасности современных корпоративных систем.

Библиографический список

1. Рябко С. Д. Информационная безопасность сетей удаленного доступа // Технологии и средства связи: сетевой журн. 2007. – URL: <http://www.tsonline.ru/articles2/in-ch-sec/informac-bezopasn-setey-udalen-dost> (дата обращения: 01.11.2016).

2. Столлингс В. Основы защиты сетей. Приложения и стандарты. – М.: Вильямс 2002. – 432 с.
3. BYOD: глобальная перспектива [Электронный ресурс] / Д. Брэдли [и др.] // Cisco.com – 2012. – URL: http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/re/byod/BYOD_Horizons-Global_RUS.pdf (дата обращения: 27.10.2016).
4. NIST Special Publication 800-123. Guide to General Server Security [Электронный ресурс] // National Institute of Standards and Technology. – URL: <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-123.pdf> (дата обращения: 09.11.2016).
5. NIST Special Publication 800-46. Revision 2. Guide to Enterprise Telework, Remote Access and Bring Your Own Device (BYOD) Security [Электронный ресурс] / National Institute of Standards and Technology. – URL: <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-46r2.pdf> (дата обращения: 08.11.2016).

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЕСКОНТАКТНОЙ ОПЛАТЫ БАНКОВСКОЙ КАРТОЙ

Студенты К.П. Васильев, М.А. Филиппов,
канд. техн. наук, доцент А.С. Шабуров

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье рассматриваются проблема защиты электронных банковских карт. Раскрыта структура карты и сущность системы бесконтактной оплаты на основе применяемых технологий обработки информации. Перечислены основные уязвимости электронных платежей с использованием бесконтактных карт. Проведен анализ основных способов защиты данных пользователей, использующих электронные банковские карты.

Ключевые слова: бесконтактные платежи; nfc; бесконтактные карты оплаты; безопасность платежей.

ANALYSIS WAYS TO PROTECT DATA IN CASE OF CONTACTLESS METHOD OF CREDIT CARDS

Students K.P Vasilev, M.A. Filippov,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.S. Shaburov
Perm National Research Polytechnic University

The article deals with the problem of bankcard protection. Disclosed card structure and nature of contactless payment systems based on modern data processing technology. Listed main vulnerability of electronic payments using contactless cards. Performed analysis of main ways to protect user data that use electronic banking card.

Keywords: contactless pay; NFC; payment security.

В настоящее время в связи с развитием информационных технологий получили широкое распространение различные сервисы дистанционного банковского обслуживания. Одним из таких сервисов, активно внедряемых в систему электронных платежей, является использования для расчета по финансовым операциям бесконтактного способа оплаты с помощью платежной банковской карты.

В соответствии со стандартом ISO/IEC 7816 платежная карта (или смарт-карта) представляет собой микропроцессор, помещенный в корпус определенного размера [3]. Микропроцессор имеет свою операционную систему для записи платежного приложения конкрет-

ного поставщика услуги. Позже это приложение «совмещается» с платежными данными конкретного клиента. Процесс этого «совмещения» называется персонализацией и осуществляется в «персональном бюро», являющимися как подразделениями поставщиков услуг, так и отдельными компаниями на рынке.

При контакте карты со считывателем она получает необходимое для работы питание. Происходит запуск операционной системы и установленного в ней приложения, которое, в свою очередь, передает информацию в зашифрованном виде на считыватель. Бесконтактные карты работают точно так же, только питание получают от электромагнитного поля считывателя, например на кассе.

Сама система бесконтактной оплаты построена на системе RFID, это способ идентификации объектов при считывании или записи данных (RFID-метки) посредством радиосигналов.

В качестве физической основы механизма бесконтактных банковских платежей используется технология NFC [1]. Данная технология беспроводной высокочастотной связи малого радиуса действия, с помощью которой возможно обмениваться данными между гаджетами, находящимися на расстоянии примерно до 10 сантиметров. Эта технология является простым расширением стандарта бесконтактных карт ISO 14443 [1, 4] и объединяет в одно устройство смарт-карту и считыватель. Примером банковских смарт-карт являются карты платежных систем MasterCard PayPass и VISA PayWave.

Технология NFC в области банковских приложений позволяет заменить устаревшую, но привычную магнитную полосу на более современное решение, не ограничиваясь при этом банковскими картами. Оплата может производиться и иными платежными инструментами, будь то сотовый телефон или RFID-стикер, наклеенный на любой удобный предмет.

Главная особенность, делающая NFC уникальной технологией для использования в бесконтактных транзакциях, это минимальное время установления соединения между картой и считывателем, буквально менее секунды. Достаточно поднести смарт-карту с NFC-чипом к платёжному терминалу, и оплата будет совершена практически мгновенно [3].

Защита бесконтактных карт обеспечивается стандартом EMV [2, 4, 5]. EMV – международный стандарт для операций по банковским картам с чипом. Этот стандарт разработан совместными

усилиями компаниями Europay, MasterCard и Visa, чтобы повысить уровень безопасности финансовых операций. При этом в случае перехвата злоумышленником данный ключ уже не подойдет для следующей транзакции. Исследователи безопасности неоднократно ставили под сомнение защищенность EMV, но до сих пор реально, работающих на практике сценариев взлома обнаружено не было [5].

Также немалой проблемой для несанкционированного доступа к карте является малое расстояние для работы между смарт-картой и считывателем. При этом, имея RFID-сканер высокой мощности, злоумышленнику можно сформировать запрос на транзакцию и провести атаку на карту. Безусловно, этих данных недостаточно для создания клона, но ряд фишинговых атак может оказаться вполне успешным.

С целью увеличения скорости обслуживания бесконтактных карт при транзакциях на небольшую сумму разрешены платежи без дополнительной аутентификации. При этом при совершении оплаты на сумму больше 1 тыс. рублей для обеспечения безопасности данной финансовой операции необходима процедура аутентификации.

Одной из уязвимости применения бесконтактного способа оплаты является использование системы RFID. Данная система в целях хранения данных использует метки диапазона HF(13,5 МГц) [2]. Для существовавших в данном диапазоне частот стандартов были обнаружены серьезные проблемы в обеспечении безопасности. Так, например, отсутствовало криптографическое преобразование у недорогих чипов карты для системы оплаты Mifare Ultralight, введенной в использование в Нидерландах. Позднее была взломана считавшаяся более надежной карта Mifare Classic.

Вторым источником уязвимости является шифрование не всех данных, т.е. в системе бесконтактных платежей встроенная в карту RFID-метка содержит основные сведения о карте, ее номер и дату срока действия. Уязвимость заключается в том, что передаются они считывателю в открытом, незашифрованном виде. Очевидно, что этими данными может воспользоваться злоумышленник для выполнения мошеннической транзакции. Конечно, отдельно эти данные не дают возможности произвести злоумышленнику оплату счета, например в Интернете, так как нужен еще CVV-код. Но даже утечка номера и срока действия карты при этом является нежелательной.

Вопрос о считывании информации на крайне малом расстоянии может и не считаться барьером для злоумышленников. Так, в смарт-

фоне, оснащенным NFC-модулем, при использовании троянской программы гаджет превращается в некотором роде в NFC-ретранслятор. При этом пользователи чаще всего хранят свои карты поблизости от смартфона, чем и могут воспользоваться злоумышленники [6].

Кроме того, для контакта с чипом можно сделать нестандартный считыватель, который работает на большей дистанции. Так, исследователи одного из британских университетов, используя небольшой сканер, показали возможность считывания с помощью NFC-данных на расстоянии до 80 см. Такое устройство вполне может незаметно обращаться к бесконтактным картам в общественном транспорте, торговых центрах, аэропортах и тому подобных местах общего пользования. Тем более в некоторых странах подобные карты уже получили довольно широкое распространение.

Рассмотрим еще один сценарий мошеннических манипуляций. Злоумышленник, владеющий мобильным RFID-сканером, помещенным для маскировки в небольшую сумку, находится на станции метро в час пик. Пробираясь в толпе, он проводит сканером в непосредственной близости от других пользователей карт. Со всех попавших в зону действия карт сканер запрашивает данные и получает их вместе с очередным динамическим CVV-кодом. Сообщник, получив данные, с помощью специального устройства записывает их на карту-клон, что позволяет совершать покупки стоимостью менее 1 тыс. рублей каждая. При этом один динамический CVV-код можно использовать только для одной транзакции. Когда впоследствии держатели таких отсканированных бесконтактных карт попытаются совершить покупку с помощью пластика, система обнаружит повторное использование того же самого CVV и заблокирует карты. Злоумышленники к этому моменту имеют возможность обналечить все денежные средства [7].

В связи с тем, что бесконтактные карты выпускаются все чаще и чаще, вызывает опасения практика многих банков рассылать свои карты по почте. Это обуславливает потенциальную возможность считать информацию до того, как пользователь получит свою карту. Например, недобросовестный сотрудник почтовой службы, вооружившись RFID-сканером, может получить номер и дату срока действия карты. Кроме того, он будет знать имя и почтовый адрес ее владельца – тех данных, которых достаточно для совершения покупки через Интернет.

Наличие уязвимостей бесконтактных банковских карт и необходимость защиты данных пользователей от угроз информационной безопасности обуславливают развитие и внедрение способов и средств защиты информации. Например, допускается экранирование своего места хранения карты с использованием фольги. Но этот способ не обеспечивает защиту при использовании карты по назначению.

В некотором смысле преактивация NFC-метки, записанной на карте дополнительным электронным устройством, которое, в свою очередь, будет иметь алгоритм шифрования, может стать отличным вариантом защиты. Таким устройством может быть другая NFC-метка с информацией, например, о владельце карты. Это устройство можно встроить в любые носимые вещи, которые продолжительное время находятся у пользователя. В крайнем случае, допускается использование вшитого под кожу имплантата. Так, например бизнесмен, энтузиаст-биохакер, чей бизнес тесно связан с биткоином, нашёл интересное место для хранения электронной валюты – у себя под кожей. Мартин Висмейер, известный как «Mister Bitcoin», имплантировал в свои кисти два NFC-чипа на конференции [6].

Также надёжным считается вариант моментальной аутентификации с помощью электронного паспорта, однако подобный тип паспорта пока не распространён.

Другим методом защиты является достаточно известный способ в некоторых странах – биометрический сканер. Как правило, используется отпечаток пальца – вариант защиты, в то же время не гарантирующий безошибочного считывания информации.

В целом наиболее подходящая концепция защиты бесконтактной оплаты при отсутствии необходимости ввода пин-кода такова: владелец карты для бесконтактной оплаты должен активировать NFC-чип, поднеся к другой, «защитной», NFC-метке, которая будет содержать зашифрованную информацию о владельце. Такая метка может быть встроена, например, в носимое пользователем любое электронное устройство. Если считываемая информация с метки совпадёт с зашифрованными данными на карте, то оплата банковской картой посредством NFC-чипа будет возможна. Использование данного способа оплаты картой позволит банкам снять ограничение на сумму покупок, что позволит производить оплату на любую сумму, без ввода пин-кода. Это облегчит саму процедуру совершения оплаты, а отсутствие необходимости ввода пин-кода станет существенным преимуществом по сравнению со стандартным методом. При этом полностью потеряет смысл

кражи самой карты, так как для ее работы необходимо наличие защитной NFC-метки, а случаи несанкционированного считывания данных с карты бесконтактным способом сведутся к минимуму.

Таким образом, развитие системы электронных платежей на современном и более совершенном уровне информационных технологий позволяет значительно повысить качество системы банковского обслуживания. Однако появление новых высокотехнологичных угроз информационной безопасности обуславливает необходимость поиска и внедрения эффективных способов и средств защиты данных пользователя.

Библиографический список

1. Аналитика и полезная информация [Электронный ресурс] // Технология NFC в смартфонах и ее практическое использование. – URL: <http://www.ixbt.com/mobile/nfc-2013.shtml> (дата обращения: 22.04.16).

2. Бирюков Владислав. Деньги из воздуха: безопасны ли бесконтактные платежи? [Электронный ресурс]. – М., 2015. – URL: <https://blog.kaspersky.ru/contactless-payments-security/8608/> (дата обращения: 22.04.16).

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 14443-1-2004. Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах бесконтактные. Карты ближнего действия. Ч. 1: Физические характеристики. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 8 с.

4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 7816-4-2013. Карты идентификационные. Карты на интегральных схемах. Ч. 4: Организация, защита и команды для обмена / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М., 2013. – 102 с.

5. Клаус Финкенцеллер Справочник по RFID. – М.: Додэка-XXI, 2008. – 496 с.

6. Harbison Sammy. iDigitalTimes [Электронный ресурс]: Новые Андроид-НФС атаки могут красть деньги с кредитной карты в любой момент, когда ваш телефон находится поблизости. – URL: <http://www.idigitaltimes.com/new-android-nfc-attack-could-steal-money-credit-cards-anytime-your-phone-near-445497> (дата обращения: 22.04.16).

7. La Peter. University of Surrey [Электронный ресурс] // Бесконтактные платные карты: основные моменты исследования проблем в области безопасности. – URL: http://www.surrey.ac.uk/mediacentre/press/2013/114636_contactless_payment_cards_research_highlights_security_concerns.htm (дата обращения: 22.04.16).

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Магистрант Е.Е. Журилова

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Дается определение экономической стабильности предприятия, а также рассматриваются факторы, влияющие на экономическую стабильность предприятия. Дается определение интеллектуальной собственности, на основании которого делается вывод об отнесении «интеллектуальной собственности» к факторам, влияющим на обеспечение экономической стабильности. Определяется основная проблема организаций, связанная с патентованием объектов интеллектуальной собственности. Приводятся основные пути решения обозначенной проблемы на основании опыта организаций.

Ключевые слова: экономическая стабильность; интеллектуальная собственность; патент; патентование; заявка; информационная безопасность.

INTELLECTUAL PROPERTY AS A FACTOR OF ECONOMIC STABILITY OF THE ENTERPRISE

Master Student E.E. Zhurilova

Perm National Research Polytechnic University

This article gives the definition of the economic stability of the enterprise, as well as considered the factors influenced on the business enterprise stability. It gives the definition of intellectual property, on the basis of which it makes a conclusion on attributing "intellectual property" to the factors affecting the maintenance of economic stability. It pose the main problem of the organizations associated with the patenting of intellectual property. It bring the basic ways of solving the identified problem, on the basis of examples of organizations.

Keywords: economic stability; intellectual property; patent; patenting; request; Information Security.

В условиях постоянно меняющейся ситуации в мире обеспечение экономической стабильности предприятий является одной из наиболее важных задач экономики и информационной безопасности.

Экономическая стабильность предприятия – это стабильность превышения доходов над расходами при управлении финансовыми ресурсами предприятия [1].

Факторы, влияющие на экономическую стабильность предприятия, можно классифицировать по следующим признакам:

1. Способ влияния;
2. Место возникновения;
3. Характер воздействия;
4. Степень обусловленности [2].

Под способом влияния принято понимать направление влияния фактора на экономическую стабильность, оно может быть положительным и отрицательным.

Место возникновения определяет, был ли фактор создан внешней средой, без участия предприятия и его работников или внутренней средой.

Воздействие подразделяется на прямое, непосредственно влияющее на предприятие, и косвенное, влияющее на предприятие опосредованно.

Степень обусловленности показывает, появился ли фактор под действием непреодолимой силы (объективный) или был намеренно создан (субъективный).

Совокупность этих факторов представлена на рисунке.

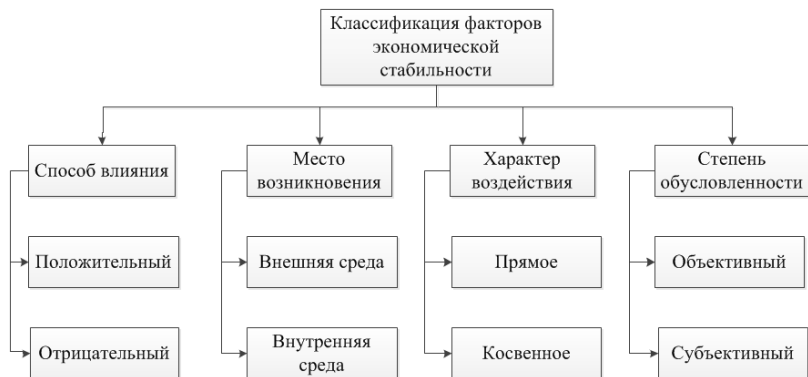


Рис. Классификация факторов экономической стабильности

Интеллектуальной собственностью согласно Гражданскому кодексу являются результаты интеллектуальной деятельности и приравненные к ним средства индивидуализации юридических лиц, товаров, работ, услуг, которым предоставляется правовая охрана [3].

К объектам интеллектуальной собственности относятся произведения искусства, литературы, науки, программы для ЭВМ, базы данных, изобретения, полезные модели, промышленные образцы и еще некоторые объекты, являющиеся новшествами на момент подачи заявления на патент.

Интеллектуальная собственность является важным фактором экономической стабильности предприятия, и согласно вышеуказанной классификации она относится к внутренним факторам, поскольку объекты интеллектуальной собственности создаются непосредственно работниками самого предприятия.

Однако одной из главных проблем интеллектуального права на предприятии является нежелание предприятий патентовать изобретения, полезные модели и промышленные образцы в связи со сложностью процедуры получения патента и необходимостью траты денег на его получение.

Эта проблема напрямую связана с проблемой обеспечения информационной безопасности, поскольку при отсутствии патента на объект интеллектуальной собственности создатель изобретения или промышленного образца не может на законных основаниях предъявлять к его защите.

Из этих двух проблем возникает третья – утрата конкурентоспособности на рынке товаров и услуг и, как следствие, утрата экономической стабильности предприятия.

Для того чтобы оценить варианты решения этих проблем, определим сначала степень объективности причин возникновения данных проблем, рассмотрим процедуру получения патента и рассчитаем ее примерную стоимость.

Процедура патентования в общем случае состоит из следующих этапов:

- 1) подача заявки на патент;
- 2) проведение формальной экспертизы;
- 3) проведение фактической экспертизы.

Участие предприятия, претендующего на патент, требуется только на первом этапе при подаче заявки.

В таблице представлена сравнительная схема состава заявок на выдачу патента.

Сравнительная схема состава заявок на выдачу патента

Наименование	Изобретение	Полезная модель	Промышленный образец
Заявление на выдачу патента	+	+	+
Описание сущности объекта патентования	+	+	+
Формула, описывающая объект патентования	+	При необходимости	–
Чертеж	+	+	+
Реферат	+	+	–
Комплект изображений объекта патентования	–	–	+

Заявки на выдачу патента на изобретение и полезную модель имеют одинаковый состав: заявление на выдачу патента с указанием авторов, описание сущности изобретения или полезной модели, формулу, чертеж и реферат. Заявки на выдачу патента на промышленный образец имеют отличия в содержании, они должны состоять из заявления на выдачу патента с указанием авторов, комплекта изображений изделия, чертежа общего вида и описания сущности промышленного образца.

От автора, претендующего на патент, требуется правильно оформить набор документов и оплатить пошлину.

Далее проводится формальная экспертиза заявки, при проведении которой проверяются правильность заполнения заявки и наличие полного комплекта документов, при выявлении несоответствий автору направляется извещение.

Последним этапом является проведение фактической экспертизы, в процессе которой оцениваются научная новизна и ценность предлагаемого объекта патентования и принимается решение о выдаче патента. При подаче заявки на патент необходимо оплатить государственную пошлину, размер которой устанавливается Постановлением Правительства и составляет 1650 рублей для регистрации заявки на изобретение и 850 рублей для регистрации промышленного образца и полезной модели. Также необходимо оплатить проведение экспертизы по существу, стоимость которой составляет 2450 для изобретения и 1650 для промышленного образца. Как видно, стоимость получения патента на изобретение не превышает 5000 рублей, а на промышленный образец 3000 рублей [5].

Для поддержания в силе патента на изобретение и промышленный образец необходима уплата годовых пошлин, однако начисляются они с третьего года, считая с даты подачи заявки. Стоимость увеличивается с каждым годом, однако цифры за первые десять лет не превышают нескольких тысяч в год.

На поддержание в силе патента на полезную модель пошлины начисляются с первого же года, и размер их, как и в предыдущем случае, не превышает нескольких тысяч в год за первое десятилетие.

Согласно статистике за 2016 год, прибыль компании «Газпром» за 8 месяцев 2016 года составила 806 млрд рублей, если сравнить эту цифру со стоимостью получения патента и поддержания его в силе, то затраты на патентование составляют миллионную часть.

Если взять компанию «Шнейдер электрика», занимающую 344-е место в рейтинге и имеющую прибыль за 8 месяцев 2016 года 1,7 млрд рублей, то стоимость патентования все равно не сравнима с прибылями от использования уникальных технологий [6].

Таким образом, рассмотрев подробнее причины отказа от патентования изобретений, можно сделать вывод, что процесс получения патента не требует больших усилий и состоит из нескольких несложных для автора действий, а затраты на получение патента на изобретение, полезную модель и промышленный образец и дальнейшее поддержание полученного патента в силе в десятки, а то и в сотни раз ниже прибылей, которые можно получить, используя исключительное право на использование данного изобретения или промышленного образца. Для решения проблемы нежелания предприятий патентовать свои новшества необходимо обеспечить своевременное информирование руководства предприятия о положительных аспектах владения исключительным правом пользования объекта патентования, а также изложить суть процедуры патентования.

Решение первой проблемы влечет за собой и решение проблемы информационной безопасности как предприятия, так и объектов интеллектуальной собственности, поскольку согласно Указу Президента сведения о сущности изобретения, полезной модели или промышленного образца до официальной публикации информации входят в перечень сведений конфиденциального характера и при желании правообладателя могут быть защищены законодательством [4]. На основании данного указа предприятие получает легитимное право защищать свои запатентованные изобретения, полезные модели и промышленные образцы.

Сохранение конфиденциальности секретов производства, получение на их основании прибыли, а также укрепление за их счет конкурентоспособности приводят к росту экономической стабильности предприятия.

Библиографический список

1. Ключкова Н.В. Понятие финансово экономической стабильности энергетического предприятия // Вестник ИГЭУ. – Иваново, 2007. – № 1. – URL: http://ispu.ru/files/str_24-26.pdf (дата обращения: 22.10.2016).

2. Павлова О.Ю. Факторы экономической устойчивости предприятия целлюлозно-бумажной промышленности // Известия Рос. гос. пед. ун-та им. А.И. Герцена. – СПб., 2009. – № 93. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/factory-ekonomicheskoy-ustoychivosti-predpriyatiy-tsellyulozno-bumazhnoy-promyshlennosti> (дата обращения: 22.10.2016).

3. Гражданский кодекс Российской Федерации (ч. 4) от 18.12.2006 № 230-ФЗ (ред. от 03.07.2016) ст. 1225 // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

4. Указ Президента РФ от 06.03.1997 № 188 (ред. от 13.07.2015) «Об утверждении Перечня сведений конфиденциального характера» // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 10 декабря 2008 г. № 941 « Об утверждении положения о патентных и иных пошлинах за совершение юридически значимых действий, связанных с патентом на изобретение, полезную модель, промышленный образец, с государственной регистрацией товарного знака и знака обслуживания, с государственной регистрацией и предоставлением исключительного права на наименование места происхождения товара, а также с государственной регистрацией отчуждения исключительного права на результат интеллектуальной деятельности или средство индивидуализации, залога исключительного права, предоставления права использования такого результата или такого средства по договору, перехода исключительного права на такой результат или такое средство без договора».

6. Персональный сайт группы компаний «Эксперт» [Электронный ресурс]. – 1995–2016. – URL: http://expert.ru/ratings/rejting-krupnejshih-kompanij-rossii-2016-po-ob_emu-realizatsii-produktsii/ (дата обращения: 30.10.16).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СИММЕТРИЧНЫХ БЛОЧНЫХ ШИФРОВ

Аспирант Р.А. Андреев,
д-р физ.-мат. наук, профессор Л.Н. Кротов
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В нашу эру информационных технологий и электронной коммерции безопасность – это ключевой аспект при передаче конфиденциальной информации по незащищенной сети, такой как Интернет. Для охраны таких данных применяются различные методы защиты. Криптография и шифрование позволяют сохранить в целостности конфиденциальную информацию. В данной статье будет проведен сравнительный анализ некоторых симметричных блочных шифров: DES, 3DES, AES, Blowfish, IDEA, RC2, будут отражены их сильные и слабые стороны.

Ключевые слова: криптография; шифрование; Blowfish; IDEA; RC2.

A COMPARETIVE ANALYSIS OF SOME BLOCK CIPHERS

Graduate Student R.A. Andreev,
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor L.N. Krotov
Perm National Research Polytechnic University

In this era of information technologies and electronic commerce security is a key aspect while transfer of confidential information on the unprotected network, such as the Internet. Various methods of protection are applied to protection of such data. The cryptography and encryption allow to preserve confidential information. In this article the comparative analysis of some symmetric block ciphers will be considered: DES, 3DES, AES, Blowfish, IDEA, RC2, will be reflected their strong and weaknesses.

Keywords: Cryptography; Encryption; IDEA; Blowfish; RC2.

Криптографические алгоритмы обеспечивают непрерывную информационную безопасность при передаче данных по небезопасным сетям. Существует множество методов шифрования, которые могут быть разделены на две категории: шифрование с симметричным ключом и шифрование с асимметричным ключом. В шифровании с симметричным ключом используется тот же ключ, для того чтобы шифровать и расшифровывать данные, в то время как шифрование с асимметричным ключом использует два различных ключа: открытый и закрытый. Открытый ключ используется для шифрования дан-

ных, а закрытый ключ применяется для их дешифровки. Симметричные алгоритмы можно разделить на следующие категории: блочные шифры и поточные шифры. На рисунке показана классификация современных криптографических методов.

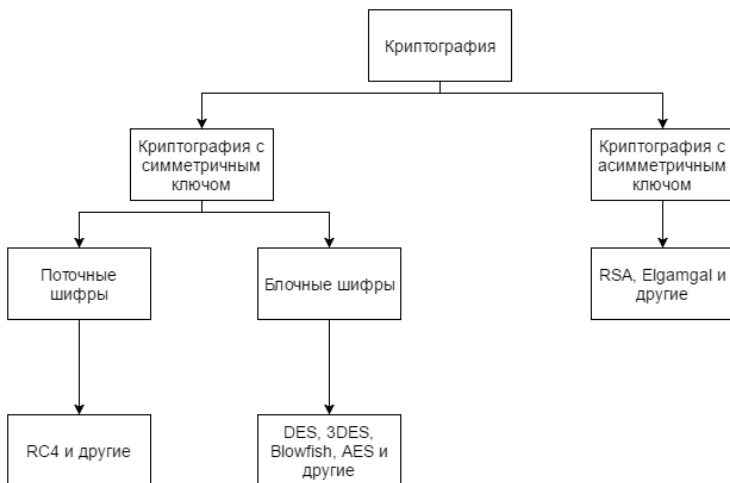


Рис. Классификация криптографических методов

1. DES.

Стандарт шифрования данных (DES) представляет собой алгоритм блочного шифрования. Он шифрует блоки данных по 64 бит каждый 56-битным ключом. Он использует один и тот же ключ для шифрования и дешифрования. 16-цикловая система Фейстеля используется с общим 56-битным ключом, разбитым на 16 48-битных суб-ключей, по одному для каждого цикла. Для расшифровки используется тот же алгоритм, но порядок раундовых ключей берется в обратном порядке. Алгоритм был принят в 1974 г., с тех пор было зарегистрировано много уязвимостей, которые сделали DES небезопасным алгоритмом.

2. 3DES.

3DES был разработан, чтобы устранить уязвимости в DES без создания новой системы шифрования. В 3DES просто расширяется размер ключа с 56 до 168 бит (i.e. $56 \times 3 = 168$), чтобы сделать его устойчивым к атакам грубой силы. Он имеет два варианта: с двумя и с тремя ключами. 3DES медленнее, чем другие методы блочного

шифрования, но она надежнее из-за более длинного ключа, поскольку он уменьшает количество атак.

3. IDEA (International Data Encryption Algorithm, международный алгоритм шифрования данных). IDEA – блочный шифр, основанный на концепции структуры перестановки замены, которая использует блочный шифр открытого текста размером 64 бит и ключа размером 128 бит. Для шифрования и расшифровки используется один и тот же алгоритм. Открытый текст разделен на четыре части по 16 бит. Эти части являются входными данными для первого раунда шифрования. Данные будут шифроваться при помощи операций из различных алгебраических групп: сложение по модулю, умножение по модулю и исключающее ИЛИ (XOR). Данная методика значительно усложняет криптоанализ данного шифра.

4. RC2.

RC2 – блочный шифр, использующий ключ переменной длины от 0 байтов до максимальной длины строки, которую может поддерживать компьютерная система. Данный шифр работает в 3 раза быстрее, чем DES. Скорость расшифровки не зависит от длины ключа. RC2 с ключами 128 битов обеспечивает такой же уровень безопасности, как и IDEA или 3DES.

5. Blowfish.

Протокол шифрования Blowfish разработан в 1994 г. Брюсом Шнайером на смену протоколу шифрования DES. Blowfish широко реализован в различных шифровальных средствах. Blowfish использует большое количество подключей. Эти ключи должны быть вычислены заранее, до начала любого шифрования или дешифрования данных. Классическим примером подобных приложений является сетевое взаимодействие. При реализации на 32-битных микропроцессорах с большим кэшем данных Blowfish значительно быстрее DES. Blowfish является сетью Фейстеля, у которой количество итераций равно 16. Длина блока равна 64 битам, ключ может иметь любую длину в пределах 448 бит. Хотя перед началом любого шифрования выполняется сложная фаза инициализации, само шифрование данных выполняется достаточно быстро. Алгоритм состоит из двух частей: расширение ключа и шифрование данных. Расширение ключа преобразует ключ длиной, по крайней мере, 448 бит в несколько массивов подключей общей длиной 4168 байт. Подключи вычисляются с использованием самого алгоритма Blowfish.

6. AES.

Исследования показали, что 56-битный ключ DES является небезопасным против атак методом грубой силы и его 64-разрядные блоки также уязвимы. Поэтому на смену DES был разработан AES, который также известен как алгоритм Rijndael, разработан NIST в конце 90-х гг. AES зашифровывает блоки данных размером 128 бит, используя переменную длину ключа в 128, 192 или 256 бит и имеет 10, 12 или 14 раундов шифрования в зависимости от размера ключа. Цикл алгоритма AES состоит из 4 операций: замена, подстановка, смешивание и добавление ключа.

Исследования Simar Preet Singh и Raman Maini показали, что Blowfish имеет более высокую производительность, чем другие обычно используемые алгоритмы шифрования. AES показал плохие результаты производительности по сравнению с другими алгоритмами, поскольку он требует большей вычислительной мощности. Сравнение также показывает, что 3DES требует всегда больше времени, чем DES, из-за его трехфазного метода шифрования. В алгоритме Blowfish до сих пор не обнаружено дыр в безопасности, и он считается отличной техникой шифрования [1].

E. Thambiraja и другие изучали алгоритмы шифрования для информационной безопасности, и они сделали вывод, что Алгоритм AES является наиболее эффективным с точки зрения скорости, времени, пропускной способности и лавинного эффекта [2].

Dr. Prerna Mahajan и Abhishek Sachdeva обнаружили, что алгоритм AES потребляет наименьшее количество времени шифрования, в то время как RSA потребляет наибольшее. Они также обнаружили, что дешифрование алгоритма AES лучше, чем других алгоритмов. Используя результаты моделирования, они оценили, что AES гораздо лучше, чем DES и RSA [3].

Anjula Gupta и Navpreet Kaur Walia рассмотрели различные криптографические алгоритмы. Они обнаружили, что значение пропускной способности Blowfish больше, чем всех других симметричных алгоритмов. Экспериментальные результаты многих работ показывают, что Blowfish имеет лучшую производительность и эффективность, чем все остальные блочные шифры [4].

Согласно исследованиям Pratap Chnadra Mandal, Blowfish превосходит другие алгоритмы с точки зрения пропускной способности, времени обработки и потребления энергии. AES имеет преимущество

перед 3DES и DES с точки зрения пропускной способности и времени дешифрования. 3DES имеет наименьшую производительность среди AES, DES, Blowfish и 3DES. Singh и другие оценили производительность четырех симметричных алгоритмов: AES, DES, 3DES и Blowfish с точки зрения пропускной способности и времени шифрования/дешифрования. Blowfish показал более высокую производительность, чем AES, DES и 3DES, с точки зрения времени шифрования/дешифрования и пропускной способности [5].

Md Imran Alam и другие провели анализ производительности и эффективности различных симметричных алгоритмов блочного шифрования с использованием данных, аудио- и видеофайлов и сравнили их время шифрования и дешифрования. Было установлено, что RC2 был быстрее для малых объемов данных по сравнению с Blowfish. Однако пропускная способность и потребляемая мощность Blowfish были больше, чем 3DES, DES, CAST-128, IDEA и RC2 [6].

На основании детального изучения различных симметричных блочных шифров, рассмотренных выше, была предпринята попытка их критически проанализировать. DES является одним из ранних алгоритмов шифрования и имеет различные уязвимости. Он использует тот же самый алгоритм для шифрования и дешифрования, но порядок ключей восстанавливается в последнем процессе. С увеличением скорости обработки процессора и других достижений в области вычисления ключа 56-битный ключ считается уязвимым для атак грубой силы. Чтобы устранить эту уязвимость, был разработан 3DES за счет увеличения длины ключа от 56 до 112 бит (с двумя ключами) и 168 бит (с тремя ключами), без создания нового алгоритма. RC2 использует гибкий ключ в диапазоне от 8 до 1024 бит и блок 64 бита. Он также был разработан для замены DES. Интересным в этом алгоритме является то, что он выполняется с одинаковой скоростью независимо от длины ключа. Он уязвим для атак с идентичным ключом с использованием 2^{34} выбранных открытых текстов. IDEA использует концепцию путаницы и диффузии путем смешивания операций из различных алгебраических групп. Данный шифр использует 64-разрядные блоки. Длина ключа IDEA составляет 128 бит, что в два раза больше, чем у DES, что делает его устойчивым к вычислению перебором. Также установлено, что IDEA становится невосприимчивым к дифференциальному криптоанализу после четырех из восьми раундов. Для IDEA существует класс слабых ключей, но вероятность

появления такого слабого ключа крайне мала. Blowfish считается наиболее безопасным и быстрым алгоритмом среди рассмотренных в данной статье. Ни одна атака не проходит успешно против Blowfish, но и у него есть некоторые слабые места: при использовании ключа недостаточной длины алгоритм становится уязвимым для атак грубой силы; также для надлежащей работы алгоритма требуются большие вычислительные мощности. AES использует ключ переменной длины (128, 192 или 256 бит) и работает с блоком 128 бит. Он считается гибким, поскольку он обеспечивает возможность использовать ключи и блоки различных размеров. Он был разработан, чтобы заменить 3DES, и считается более быстрым и эффективным.

Результаты сравнения алгоритмов, рассмотренных в данной статье, представлены в таблице.

Результаты сравнения криптографических алгоритмов

Параметры	DES	3DES	AES	IDEA	Blowfish	RC2
Длина ключа	56 бит	168 бит для трех ключей; 112 бит для двух ключей	128, 192 или 256 бит	128 бит	От 32 до 448 бит	От 8 до 1024 бит
Размер блока	64 бит	48 бит	128 бит	64 бит	16	64 бит
Кол-во раундов	16	48	10 для 128, 12 для 192, 14 для 256	16	16	16 (перемешивающих) + 2 (размывающих)

Все методы уникальны по-своему и являются улучшенными версиями по сравнению с предыдущими. С течением времени DES оказался небезопасным, и были предложены и приняты новые методы для устранения уязвимостей. Различные аппаратные и программные приложения используют различные криптографические методы согласно пригодности среды, в которой они работают. Следовательно, ни один криптографический метод не считается полным во всех отношениях, каждый метод имеет свои сильные и слабые стороны.

Библиографический список

1. Simar Preet Singh and Raman Maini, Comparison of Data Encryption Algorithms // International Journal of Computer Science and Communication. – January–June 2011. – Vol. 2. – № 1. P. 125–127.
2. Thambiraja E., Ramesh G., Umarani Dr.R. A Survey on Various Most Common Encryption Techniques // International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. – July 2012. – Vol. 2, Iss. 7. –P. 226–233.
3. Mahajan Dr. Prerna, Sachdeva Abhishek. A study of Encryption Algorithms AES, DES and RSA for Security // Global Journal of Computer Science and Technology Network. Web & Security. – Year 2013. – Vol. 13, Iss. 15. – Version 1.0. – P. 15–22.
4. Anjula Gupta and Navpreet Kaur Walia. Cryptography Algorithms: A Review // International Journal of Engineering Development and Research. – Year 2014. – Vol. 2, Iss. 2. – P. 1667–1672.
5. Pratap Chnadra Mandal, “Superiority of Blowfish” // International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. – September 2012. – Vol. 2, Iss. 9. – P. 196–201.
6. Md Imran Alam and Mohammad Rafeek Khan, “Performance and Efficiency Analysis of Different Block Cipher Algorithms of Symmetric Key Cryptography” // International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. – October 2013. – Vol. 3, Iss. 10. – P. 713–720.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

**Магистрант А.А. Миронова,
канд. техн. наук, доцент А.С. Шабуров**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Рассмотрены основные проблемы практической подготовки специалистов по защите информации на основе компетентностной модели в условиях реализации профессиональных стандартов. Определены направления решения перечисленных задач обучения. Сформулирован принцип «проблемности» в обучении и подтверждена возможность его реализации на основе внедрения в обучение учебно-лабораторных комплексов (УЛК). Приведена математическая постановка научной задачи, заключающаяся в разработке УЛК по обучению студентов практическим задачам защиты информации и исследованию систем информационной безопасности.

Ключевые слова: специалист по защите информации; компетентностная модель; профессиональный стандарт; учебно-лабораторный комплекс.

STATEMENT OF PROBLEM TRAINING OF THE INFORMATION SECURITY SPETIALISTS IN THE IMPLEMENTATION OF THE REQUIREMENTS OF PROFESSIONAL STANDARDS

**Master Student A.A. Mironova,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.S. Shaburov**
Perm National Research Polytechnic University

The main problems of practical training of specialists in the field of information security, based on the competency model and in conditions of professional standards realization, are described. The directions of solution of listed tasks are defined. The "problematic" principal in training has been formulated and the opportunity of its realization based on the training-laboratory complex (TLC) has been confirmed. The mathematic definition of a scientific task on ELC development in training students to secure information and to research information security systems.

Keywords: information security specialist; the competency model; professional standart; training-laboratory.

Обеспечение безопасности национальных интересов невозможно без рассмотрения и решения первостепенных проблем, к которым, безусловно, относится необходимость подготовки компетентных специа-

листов по защите информации. Данная проблема является актуальной на сегодняшний день и рассматривается многими авторами [1].

Требования по подготовке специалистов по защите информации определены на уровне государственных стандартов, из которых следует, что выпускник вуза должен обладать универсальными знаниями в достаточно разнообразных областях. Это порождает проблемы качества подготовки кадров, соответствующих быстро меняющимся современным условиям. В основе современных образовательных стандартов лежит компетентностная модель, подразумевающая формирование заданного набора компетенций с необходимым уровнем освоения.

В действующих сегодня образовательных стандартах компетенция выступает как новая норма качества образования, которая задает цели обучения, на реализацию которых должен быть ориентирован управляемый процесс подготовки выпускника вуза. Она определяется как способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определённой области, а результаты обучения как усвоенные знания, умения и освоенные компетенции. Особое значение реализация компетентностной модели приобретает в условиях перехода в подготовке специалистов по защите информации на требования профессиональных стандартов.

Из-за универсальности направления подготовки в области информационной безопасности уместить необходимые для изучения и освоения знания и умения в нужных объемах в стандартную программу обучения становится достаточно сложно. Следовательно, первой проблемой подготовки кадров является поверхностное изучение аспектов специальности, приводящее к несоответствию характеристик выпускника вуза реальным условиям работы специалиста по защите информации.

Вторая проблема обучения – это недостаточная укомплектованность лабораторных баз современными учебно-лабораторными стендами, средствами защиты информации, методическими материалами. Отсюда вытекает и третья проблема – низкий уровень практической подготовки студентов.

Четвертой проблемой становится нехватка преподавателей, которые бы являлись опытными сотрудниками подразделения безопасности в организации, где информационная безопасность является одним из важнейших аспектов ее функционирования.

В рамках решаемых проблем обучения необходимо определение конкретных и наиболее часто встречающихся задач профессиональной деятельности на первичных должностях предприятий и организаций. Перечень данных задач желательно адаптировать с актуальными вопросами безопасности информации, характерными для конкретного региона, в частности Перми и Пермского края.

В целом направления решения перечисленных проблем обучения могут быть следующими:

- привлечение к проведению занятий действующих специалистов по защите информации, а также практических работников предприятий и организации;

- своевременное повышение квалификации действующих штатных преподавателей, особенно, обеспечивающих проведение занятий профессионального цикла дисциплин;

- создание единых центров регионального уровня для подготовки и повышения квалификации преподавательского состава и студентов на базе ведущих вузов в области информационной безопасности;

- своевременный обмен методическим опытом между вузами, осуществляющими подготовку специалистов по защите информации;

- формирование комплекса имитационных моделей, помогающих решать практические задачи по защите информации без значительных финансовых затрат.

Все вышеперечисленные пути решения обозначенных выше проблем должны быть связаны общим принципом «проблемности» в обучении, т.е. постановки и решения обучаемыми задач, характерных для профессиональной деятельности на первичных должностях. Реализация данного принципа позволила решить основные вопросы практической подготовки специалистов по защите информации путем разработки и внедрения учебно-лабораторного комплекса (УЛК) по дисциплине «Программно-аппаратные средства защиты информации» [2, 3, 4].

В то же время ограниченность процесса обучения как временными рамками, так и возможностями лабораторного оборудования зачастую не позволяет добиться требуемого результата. Это обусловлено, прежде всего, трудностью выбора тех практических компонентов подготовки (практических заданий, лабораторных исследований) для формирования компетенции, которые необходимы специалисту,

в первую очередь. Поэтому становится актуальной задача выбора оптимального набора необходимых для решения практических заданий, или лабораторных исследований для УЛК, наиболее востребованных для формирования заданных компетенций за время, выделяемое на формирования заданной компетенции [5].

Как правило, практическое задание или лабораторное исследование сводится к проведению определенного количества отдельно решаемых задач или экспериментов по исследованию защищенности объекта информатизации. Причем общее число заданий и проводимых на УЛК экспериментов n определяется соотношением

$$n = \frac{T_{\text{учебн}}}{t_3}, \quad (1)$$

где $T_{\text{учебн}}$ – время выполнения практического задания, функционирования лабораторной установки или техническая часть эксперимента; t_3 – время отдельно выполняемой задачи практического обучения или лабораторного эксперимента.

Отсюда качество обучения в целом определяется временем проведения отдельного эксперимента или задачи практического обучения:

$$t_3 = t_{\phi} + t_{\text{ан}}, \quad (2)$$

где t_{ϕ} – время функционирования лабораторной установки, техническая часть эксперимента или выполнения задачи; $t_{\text{ан}}$ – время непосредственного обучения или аналитическая часть эксперимента, закрепление навыков выполняемой практической задачи.

С учетом выражения (1) количество проделанных экспериментов определяется соотношением:

$$n = \frac{T_{\text{учебн}}}{t_{\phi} + t_{\text{ан}}}, \quad (3)$$

Качество полученных обучаемым практических навыков зависит от общего объема экспериментального времени, затраченного на проведение аналитической работы. При $t_{\phi} \rightarrow 0$ или, в крайнем случае (при отсутствии лабораторной установки),

$$n_{K\text{max}} = \frac{t_{\text{учебн}}}{t_{\text{ан}}}, \quad \text{при } t_{\phi} = 0. \quad (4)$$

При $t_{\phi} \rightarrow \max$ сокращается время проведения аналитической работы отдельного эксперимента, закрепление навыков практической работы, поэтому

$$n_{K^{\min}} = \frac{t_{\text{учебн}}}{t_{\phi}}, \text{ при } t_{\phi} = t_{\max}, \quad (5)$$

что также не может считаться приемлемым.

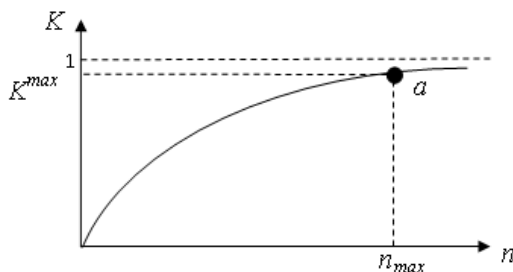


Рис. 1. Максимально достижимый уровень компетентности студентов

На графике (рис. 1) точке a при K^{\max} соответствует максимально достижимому уровню компетентности студентов при n_{\max} – наибольшем количестве экспериментов, проведенных в ходе исследования.

Таким образом, при разработке УЛК необходимо стремиться к сокращению времени его функционирования $t_{\phi} \rightarrow \min$ при возможном увеличении числа отдельных экспериментов или количества выполненных практических задач $n \rightarrow n_{\max}$, добиваясь максимально возможного уровня компетентности студентов.

Математическую постановку научной задачи, заключающейся в разработке УЛК по обучению студентов практическим задачам защиты информации и исследованию систем информационной безопасности, можно сформулировать следующим образом:

дано: Ω^l – множество учебных моделей защиты информации; $\Omega_y \subset \Omega^l$ – подмножество учебных заданий или моделей, подлежащих исследованию на УЛК.

При этом

$$\Omega_y = \{ \omega_{\eta}; \eta = \overline{1, N} \}, \quad (6)$$

где ω – произвольная модель учебного задания или исследования.

Отображение

$$\alpha: \Omega' \rightarrow \Pi_{\pi}, \quad (7)$$

где π – множество изучаемых учебных вопросов и практических задач защиты информации, $\Pi(\pi) = \Pi_{\pi}$ – булеан (множество всевозможных наборов принципов); $K = f(n)$ – уровень компетентности студентов, где n – количество проведенных в ходе исследования экспериментов (рис. 2).

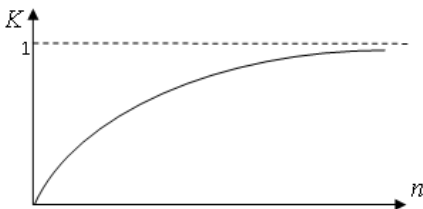


Рис. 2. Зависимость уровня компетентности от количества проведенных экспериментов

Количество проведенных в ходе исследования отдельных экспериментов

$$n = \frac{T_{\text{учеб}}}{t_{\phi} + t_{\text{ан}}}, \quad (8)$$

где t_{ϕ} – время функционирования лабораторной установки, техническая часть эксперимента, или выполнения задачи; $t_{\text{ан}}$ – время непосредственного обучения или аналитическая часть эксперимента, закрепление навыков выполняемой практической задачи.

Разработать: совокупность алгоритмов A перечисления множества Ω моделей учебных заданий по защите информации:

$$\Omega_{\gamma} = \{\omega; (\forall \omega \in \Omega_{\gamma}) P(\alpha(\omega) = \pi)\}. \quad (9)$$

При условии

$$\omega = \omega_{\text{зи}} \parallel \omega_{\text{ис}} \in \Omega_{\gamma}, \quad (10)$$

$$t_{\phi} \rightarrow \min, n \rightarrow n_{\text{max}}. \quad (11)$$

Таким образом, необходимо разработать множество моделей изучения систем защиты информации, а также алгоритмов их генери-

рования, практических задач, обеспечивающих лабораторные исследования процессов, протекающих в исследуемых и моделируемых информационных системах.

Библиографический список

1. Редакция журнала «Information Security» Дефицит высококлассных специалистов по ИБ // Information Security. – 2015. – № 1. – С. 21.

2. Шабуров А.С. О разработке учебно-лабораторного стенда для построения систем защиты информации на основе АПКШ «Континент» // Научные исследования и инновации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – Т. 6. – № 1–4.

3. Капгер И.В., Журилова Е.Е., Миронова А.А. О разработке учебно-лабораторного стенда для изучения аппаратного модуля доверенной загрузки «Аккорд» // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – Пермь, 2016. – № 17. – С. 131–142.

4. Южаков А.А., Шабуров А.С., Рашевский Р.Б. О разработке учебно-лабораторного комплекса для исследования защищенности критически важных объектов // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – Челябинск. Изд. центр ЮУрГУ, 2012. – № 3-4(5-6). – С. 54–59.

5. Миронова А.А., Шабуров А.С. Модель разработки учебно-лабораторного комплекса для подготовки специалистов по защите информации // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2015. – № 3(17). – С. 54–59.

ПОСТРОЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ BLUETOOTH-СЕТИ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ MATHWORKS MATLAB

**Магистрант Е.А. Сунегина,
канд. техн. наук, доцент В.И. Фрейман**
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье представлены исследования модели передачи голосового сигнала в персональной Bluetooth-сети в среде MatLab Simulink. Проведено построение модели и имитационное моделирование сигнала в сети Bluetooth с различными параметрами. Представлены результаты моделирования и исследования поведения системы при различном значении сигнал/шум, различных уровнях затухания, наличии дополнительных каналов.

Ключевые слова: Bluetooth; моделирование; MatLab; Simulink.

DESIGNING AND RESEARCHING OF BLUETOOTH NETWORK MODEL WITH USING MATLAB

**Master Student E.A. Sunegina,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor V.I. Freyman**
Perm National Research Polytechnic University

In this paper the results of tone signal transmission model researching on the personal Bluetooth network with using MatLab Simulink. The model design and imitation modeling of signal on the Bluetooth network with different options is executed. The results of modeling and researching of system with different values of «signal/noise», deviation levels, additional channels are presented.

Keywords: Bluetooth; modeling; MatLab; Simulink.

Введение. Беспроводные технологии – одна из наиболее быстро и эффективно развивающихся областей отраслей ИТ-сферы. Основными преимуществами беспроводной технологии являются: гибкость архитектуры сети; значительная зона покрытия; сжатые сроки развертывания; низкие затраты на создание беспроводной сети; мобильность (возможность подсоединения подвижных – мобильных абонентов).

Беспроводные технологии делятся на несколько типов [1]:

– беспроводные персональные сети (WPAN – Wireless Personal Area Networks); пример: Bluetooth;

- беспроводные локальные сети (WLAN – Wireless Local Area Networks); пример: Wi-Fi;
- беспроводные сети масштаба города (WMAN – Wireless Metropolitan Area Networks); пример: WiMAX, LTE;
- беспроводные глобальные сети (WWAN – Wireless Wide Area Network); пример: CSD, GPRS, EDGE, EV-DO, HSPA.

Bluetooth – это беспроводная технология, обеспечивающая передачу данных на небольших расстояниях между мобильными персональными компьютерами, мобильными телефонами и другими устройствами в режиме реального времени как цифровых данных, так и звуковых сигналов [3].

Целью данной работы является построение модели и исследование зависимости коэффициента ошибок от значения сигнал/шум, наличия дополнительных каналов Wi-Fi, затухания в беспроводной персональной Bluetooth-сети при передаче голосового сигнала на короткие расстояния. Разработанная модель применяется в рамках лабораторного практикума для профильных дисциплин направления подготовки 11.03.02 и 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» ПНИПУ [6].

Обзор исследуемых технологий Bluetooth. Bluetooth – международный стандарт беспроводных коммуникаций малого радиуса действия. Основное назначение Bluetooth – обеспечение экономичной радиосвязи между различными типами электронных устройств, причём немалое значение придается компактности электронных компонентов, что даёт возможность применять Bluetooth в малогабаритных приборах.

Технология Bluetooth является твердо устоявшимся коммуникационным стандартом для беспроводной связи на малых расстояниях, соединяя устройства посредством одной универсальной радиолинии с малым радиусом действия. Изначально дальность действия радиointерфейса закладывалась равной 10 м, однако сейчас спецификациями Bluetooth уже определена и вторая зона – около 100 м. При этом нет необходимости в том, чтобы соединяемые устройства находились в зоне прямой видимости друг друга. К тому же взаимодействующие между собой приборы могут находиться в движении.

Технология получила своё название в честь скандинавского короля Харальда Синезубого (Harald Bluetooth), прославившегося объединением датских и норвежских земель. В 1994 г. компания Ericsson воздвигла памятник Харальду в шведском городе Лунде, освежив в памяти потомков эпизоды мировой истории и дав имя монарха новой беспроводной технологии для мобильных коммуникаций.

Для работы радиointерфейса Bluetooth используется так называемый нижний (2,45 ГГц) диапазон ISM (Industrial, Scientific, Medical), предназначенный для работы промышленных, научных и медицинских приборов. Особенностью данного диапазона является то, что почти во всех странах мира (включая Россию), он свободен от лицензирования, т.е. для использования сертифицированного передающего оборудования, работающего на этих частотах, не требуется дополнительного разрешения.

Ширина канала для Bluetooth-устройств составляет 723,2 Кбит/с в асинхронном режиме или 433,9 Кбит/с в полностью синхронном режиме. Через Bluetooth-соединение можно передавать аудиоинформацию – через 3 канала по 64 Кбит/с каждый в случае, если не передаются другие данные. Возможна и комбинированная передача данных и голоса.

Первоначально все Bluetooth-устройства находятся в режиме Standby, в котором каждые 1,28 с прослушивают 32 фиксированные частоты. Устройство, оказавшись в незнакомом окружении, начинает посылать запросы на этих частотах.

При приеме запроса Bluetooth-устройство реагирует на него в соответствии с режимом, в котором оно находится. В режиме отклика (discoverable mode) устройство всегда отвечает на все полученные запросы. Режим ограниченного отклика (limited discoverable mode) подразумевает, что устройство может отвечать на запросы только ограниченное время или при других определенных условиях. Третий режим – отказ в отклике (non-discoverable mode) – запрещает устройству отвечать на запрос.

Bluetooth-устройства могут устанавливать соединения не только типа точка-точка, но, что и является основным, многоточечные соединения. При этом они объединяются в пикосети. Процедура соединения инициируется одним, причем любым из устройств, которое

и становится главным (master) в пикосети. При этом в одной пикосети может быть не более семи ведомых (slave) устройств.

Основным направлением использования Bluetooth является создание персональных сетей (PAN, или private area networks), включающих такие разноплановые устройства, как мобильные телефоны, PDA, MP3-плееры, компьютеры и даже микроволновые печи и холодильники. Возможность передачи голоса позволяет встраивать интерфейс Bluetooth в беспроводные телефоны или, например, беспроводные гарнитуры для сотовых телефонов. Узлами персональной сети могут быть любые устройства, имеющие потребность в получении информации или обладающие необходимой информацией (АОК-1-013).

Построение модели Bluetooth-сети. Для построения модели Bluetooth-сети использована среда моделирования Mathworks MatLab. MatLab (Matrix Laboratory) – пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете. Язык MatLab является высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, включающим основанные на матрицах структуры данных, широкий спектр функций, интегрированную среду разработки, объектно-ориентированные возможности и интерфейсы к программам, написанным на других языках программирования. Для построения модели использованы функции графической среды имитационного моделирования Simulink, которая позволяет при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов строить динамические модели, включая дискретные, непрерывные и гибридные, нелинейные и разрывные системы [2].

Проектируемая система связи может быть построена из стандартных блоков Simulink, DSP Blockset и библиотеки Communications Blockset [7]. Один из способов построить такую систему в Simulink состоит в том, чтобы начать с проектирования канала связи и разработать, добавляя модуляции, FEC и т.д. [4, 5] тестируя на каждом этапе. Можно разработать пары компонентов по отдельности, например, речевой кодер и декодер могут быть созданы и испытаны в своей собственной модели, а затем встроены в систему.

Обобщенная структурная схема модели приведена на рис. 1.

При создании модели сети был взят готовый Demos Bluetooth Voice Transmitter и изменен для приближения модели к задачам исследования (рис. 2).

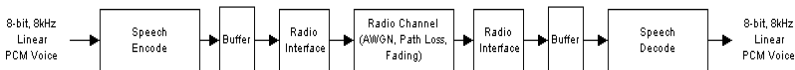


Рис. 1. Обобщенная структурная схема модели Bluetooth-сети

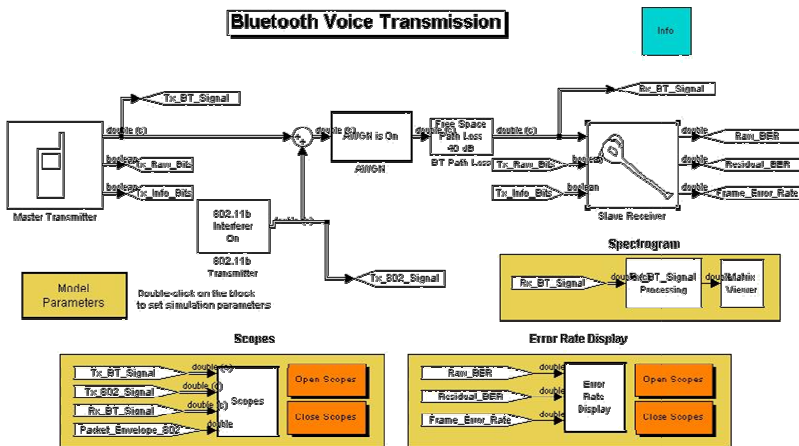


Рис. 2. Измененная модель Bluetooth Voice Transmitter

На рисунке показан верхний уровень полной модели Bluetooth Voice Simulink. Она включает в себя:

1. Master Transmitter – модель передатчика сигнала, т.е. передающее устройство, например смартфон;
2. AWGN – модель радиоканала, в котором действует «белый шум»;
3. Free Space Path Loss – имитатор длинной беспроводной линии, определяющий потери в свободном пространстве;
4. 802.11b Interferer – модель источника помехи в виде передатчика, работающего по протоколу Wi-Fi IEEE 802.11b;
5. Slave Receiver – приемник подчиненного узла, т.е. принимающее устройство, например, другой смартфон или блок Hands-Free в автомобиле.

Иерархические особенности моделирования Simulink позволяют создавать большие сложные конструкции, которые управляются из

подсистем. Открытие этих подсистем показывает дальнейшие уровни детализации.

Исследование модели Bluetooth-сети. Исследование построенной в среде моделирования Mathworks MatLab модели Bluetooth-сети состоит из трех частей: исследование зависимости коэффициента ошибок от значения сигнал/шум (аналитическое и имитационное моделирование); исследование зависимости коэффициента ошибок от наличия дополнительных каналов Wi-Fi (78, 73, 39 каналы); исследование зависимости коэффициента ошибок от затухания в линии связи (при затухании равном 10, 40, 100 дБ).

Для проведения исследования зависимости коэффициента ошибок от значения сигнал/шум по построенной в среде моделирования MatLab модели Bluetooth-сети используем следующие параметры: затухание в канале связи постоянно и равно 40 дБ; блок, имитирующий белый шум, включен во время проведения всех экспериментов; в блоке, имитирующем белый шум, выставляем соотношение E/N_0 6...15; блок 802.11b Interferer выключен во время проведения первой серии экспериментов; блок 802.11b Interferer включен во время проведения второй серии экспериментов.

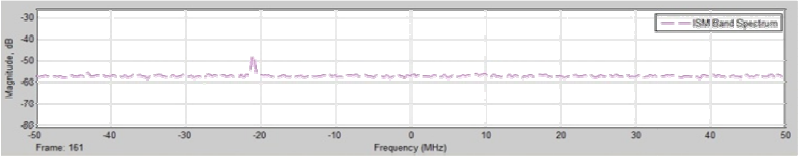
Таким образом, проводим две серии по 10 экспериментов, по результатам которых составляем таблицу и графики.

Приведем полученные в результате моделирования графики спектра сигнала, временные диаграммы, спектрограммы и полученное значение коэффициента ошибок для соотношений сигнал/шум, равного 6 (рис. 3).

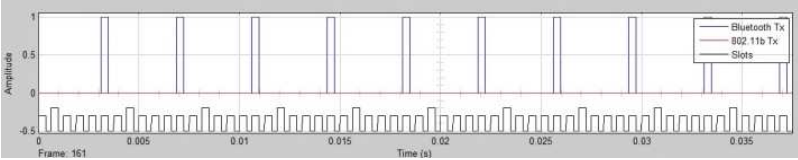
Были проведены эксперименты для разных значений отношения сигнал/шум, затухания и наличия дополнительных каналов Wi-Fi. Результаты моделирования показали качественное соответствие результатам аналитических расчетов [4, 5].

Заключение. В представленной работе была построена и изучена экспериментальная модель Bluetooth Voice Transmitter в Simulink MATLAB и проведена ее корректировка для приближения возможностей модели к решению поставленных в исследовании задач.

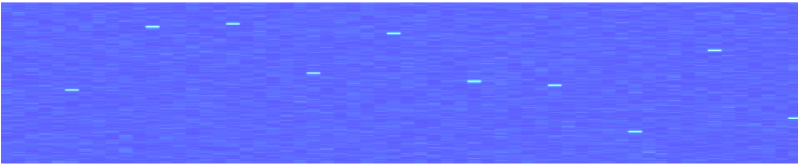
В результате экспериментального моделирования было выяснено, что такие параметры, как помехи типа белый шум, затухание и использование различных каналов, оказывают существенное влияние на появление ошибок в работе Bluetooth сети.



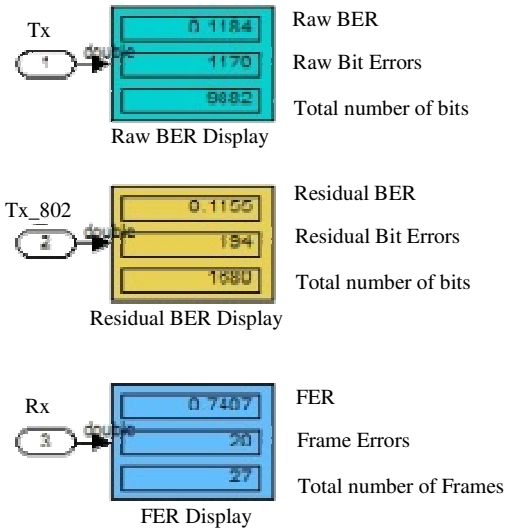
a



б



в



г

Рис. 3. Результаты моделирования: *a* – спектр сигнала; *б* – временная диаграмма; *в* – спектрограмма; *г* – коэффициент ошибок

Библиографический список

1. Бакланов И.Г. Тестирование и диагностика систем связи. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 265 с.
2. Моделирование систем и процессов: учебник. Сер. 58: Бакалавр / В.Н. Волкова, В.Н. Козлов, Г.В. Горелова, Ю.И. Лыпарь, Н.Б. Паклин, А.Н. Фирсов, Л.В. Черненко, И.П. Симаков. – 1-е изд. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 592 с.
3. Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. Цифровые и аналоговые системы передачи: учеб. для вузов / под ред. В.И. Иванова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 232 с.
4. Кон Е.Л., Фрейман В.И. Помехоустойчивая передача данных в информационно-управляющих и телекоммуникационных системах: модели, алгоритмы, структуры. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 320 с.
5. Пахомов Г.И., Фрейман В.И. Теория электрической связи. Основные понятия: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 114 с.
6. Фрейман В.И., Кон Е.Л., Южаков А.А. Подход к разработке образовательных программ подготовки магистров // Образовательные ресурсы и технологии. – 2014. – № 2(5). – С. 29–34.
7. MatLab Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mathworks.com/help/matlab/> (дата обращения: 04.11.2016).

ПОСТРОЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ СЕТИ, РЕАЛИЗУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЮ IEEE 802.11, В СРЕДЕ MATLAB

Магистрант Т.В. Белаш,
канд. техн. наук, доцент В.И. Фрейман
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

В статье представлены результаты разработки и исследования модели телекоммуникационной сети, построенной по технологии IEEE 802.11. В качестве среды моделирования выбран пакет MathWorks MatLab и его расширение Simulink. В результате моделирования выполнено исследование характеристик телекоммуникационной сети при различных параметрах системы и канала связи.

Ключевые слова: Wi-Fi; моделирование; MatLab; Simulink.

DESIGNING AND RESEARCHING OF IEEE 802.11 NETWORK MODEL WITH USING MATLAB

Master Student T.V. Belash,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor V.I. Freyman
Perm National Research Polytechnic University

The results of designing and researching of telecommunication network model created by IEEE 802.11 technology are presented. The software MathWorks MatLab and their extension package Simulink have been chosen as modeling system. As result of modeling the research of telecommunication network features with different options of system and communication channel is executed.

Keywords: Wi-Fi; modeling; MatLab; Simulink.

Введение. Беспроводные сети Wi-Fi – это сети, являющиеся хорошей альтернативой проводным ethernet-сетям [1]. Официальное название набора стандартов Wi-Fi – IEEE 802.11. Wi-Fi сети обладают, по сравнению с традиционными проводными сетями, немалыми преимуществами, главным из которых являются [2]: простота развертывания (нет необходимости в прокладке кабелей); большая рентабельность монтажа; гибкость архитектуры сети; быстрота проектирования и реализации.

Беспроводные сети в целом описываются несколькими группами стандартов и разделяются по следующим свойствам и характеристикам [2]: назначение; радиус действия; пропускная способность.

Основные выгоды от использования беспроводных технологий можно разделить на пять категорий [5]: удобство; доступность; скорость; эстетика; производительность.

Основной целью работы является исследование характеристик беспроводной передачи данных IEEE 802.11. Предметом исследования являются показатели качества передачи данных, компьютерная модель среды передачи. Объектом исследования является документация технологии IEEE 802.11, программный пакет выполнения компьютерного моделирования MatLab Simulink [7]. Применение разработанной модели реализуется в рамках лабораторного практикума для профильных дисциплин направления подготовки 11.03.02 и 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» Пермского национального исследовательского политехнического университета [6].

Обзор исследуемой технологии беспроводной передачи данных. Появление экономически эффективных беспроводных mesh-сетей (Wireless Mesh Networks, WMNs), основанных на технологии IEEE 802.11, существенным образом изменило процесс организации как беспроводных сетей доступа, так и транспортных радиосетей. На сегодняшний день уже есть убедительные доказательства того, что модель доступа пользователей с использованием инфраструктуры стандарта IEEE 802.11 хорошо подходит для сетей, используемых в домашних условиях и в пределах небольших предприятий. Данные сети охватывают ограниченную территорию с небольшим числом пользователей. В свою очередь транспортная модель mesh-сети подходит для сетей с высокой плотностью точек доступа (Access Point, AP), которые предназначены для связи пользователей на большой территории.

Анализ результатов развития технологий пользовательского доступа за последнее десятилетие показывает, что для предоставления услуг мультимедиа в настоящее время имеется широкий выбор беспроводных технологий пользовательского доступа. В настоящее время системы радиодоступа строятся в соответствии со следующими стандартами: HiperLAN2; MMDS; WLL; IEEE 802. 16; IEEE 802.11/b/g/n.

Подобно проводной сети Ethernet в беспроводных компьютерных сетях Wi-Fi канальный уровень включает в себя подуровни управления логическим соединением (Logical Link Control, LLC) и управления доступом к среде передачи (Media Access Control, MAC). У Ethernet и IEEE 802.11 один и тот же LLC, что значительно упрощает объединение проводных и беспроводных сетей. MAC у обоих стандартов имеет много общего, однако есть некоторые тонкие различия, принципиальные для сравнения проводных и беспроводных сетей.

В сетях IEEE 802.11 используется полудуплексный режим передачи, т.е. в каждый момент времени станция может либо принимать, либо передавать информацию, поэтому обнаружить коллизию в процессе передачи невозможно. Для IEEE 802.11 был разработан модифицированный вариант протокола CSMA/CD, получивший название CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance). Работает он следующим образом. Станция, которая собирается передавать информацию, сначала «слушает эфир». Если не обнаружено активности на рабочей частоте, станция сначала ожидает в течение некоторого случайного промежутка времени, потом снова «слушает эфир» и, если среда передачи данных все еще свободна, осуществляет передачу. Наличие случайной задержки необходимо для того, чтобы сеть не зависла, если несколько станций одновременно захотят получить доступ к частоте. Если информационный пакет приходит без искажений, принимающая станция посылает обратно подтверждение [4]. Целостность пакета проверяется методом контрольной суммы. Получив подтверждение, передающая станция считает процесс передачи данного информационного пакета завершенным. Если подтверждение не получено, станция считает, что произошла коллизия, и пакет передается снова через случайный промежуток времени.

Еще одна специфичная для беспроводных сетей проблема – две клиентские станции имеют плохую связь друг с другом, но при этом качество связи каждой из них с точкой доступа хорошее. В таком случае передающая клиентская станция может послать на точку доступа запрос на очистку эфира. Тогда по команде с точки доступа другие клиентские станции прекращают передачу на время «общения» двух точек с плохой связью. Режим принудительной очистки эфира

(протокол Request to Send/Clear to Send - RTS/CTS) реализован далеко не во всех моделях оборудования IEEE 802.11 и, если он есть, то включается лишь в крайних случаях.

В Ethernet при передаче потоковых данных используется управление доступом к каналу связи, распределенное между всеми станциями. Напротив, в IEEE 802.11 в таких случаях применяется централизованное управление с точки доступа. Клиентские станции последовательно опрашиваются на предмет передачи потоковых данных. Если какая-нибудь из станций сообщает, что она будет передавать потоковые данные, точка доступа выделяет ей промежуток времени, в который из всех станций сети будет передавать только она.

Следует отметить, что принудительная очистка эфира снижает эффективность работы беспроводной сети, поскольку связана с передачей дополнительной служебной информации и кратковременными перерывами связи. Кроме этого, в проводных сетях Ethernet при необходимости можно реализовать не только полудуплексный, но и дуплексный вариант передачи, когда коллизия обнаруживается в процессе передачи (это повышает реальную пропускную способность сети). Поэтому, увы, при прочих равных условиях реальная пропускная способность беспроводной сети IEEE 802.11b будет ниже, чем у проводного Ethernet. Таким образом, если сетям Ethernet 10 Мбит/с и IEEE 802.11b (максимальная скорость передачи информации 11 Мбит/с) с одинаковым числом пользователей давать одинаковую нагрузку, постепенно увеличивая ее, то, начиная с некоторого порога, сеть IEEE 802.11b начнет некорректно работать, а Ethernet все еще будет функционировать нормально.

Поскольку клиентские станции могут быть мобильными устройствами с автономным питанием, в стандарте IEEE 802.11 большое внимание уделено вопросам управления питанием. В частности, предусмотрен режим, когда клиентская станция через определенные промежутки времени «просыпается», чтобы принять сигнал включения, который, возможно, передает точка доступа. Если этот сигнал принят, клиентское устройство включается, в противном случае оно снова «засыпает» до следующего цикла приема информации.

Далее рассмотрим основные типы и разновидности соединений (рис. 1).

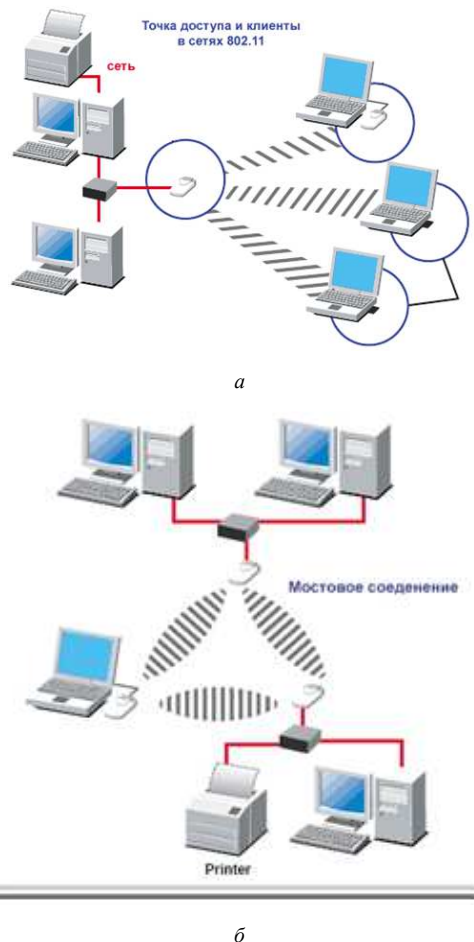


Рис. 1. Способы соединения: *а* – инфраструктурное; *б* – мост

Разработка модели для исследования технологии IEEE 802.11. Среда моделирования Simulink позволяет создавать модели [3] широкого диапазона динамических систем – от финансовых процессов до систем управления летательными аппаратами. Для этих целей разработаны наборы специализированных блоков (Blocksets).

Построим и исследуем среду моделирования MatLab Simulink, позволяющую проводить анализ сигналов: оценивать параметры SNR (отношение сигнал/шум), PER (процент неправильно принятых пак-

тов), проводить сравнение отправленных и принятых информационных пакетов, детально анализировать процессы распространения сигнала (при использовании модели радиоканала TGn Channel Model). В качестве оборудования, осуществляющего запись радиосигналов, использовался универсальный анализатор радиосетей Rohde&Shwarz TSMW, алгоритм обработки реализовывался в виде модели, созданной в аналитическом пакете MatLab Simulink. Структурная схема системы на базе анализатора радиосетей R&S TSMW приведена на рис. 2.

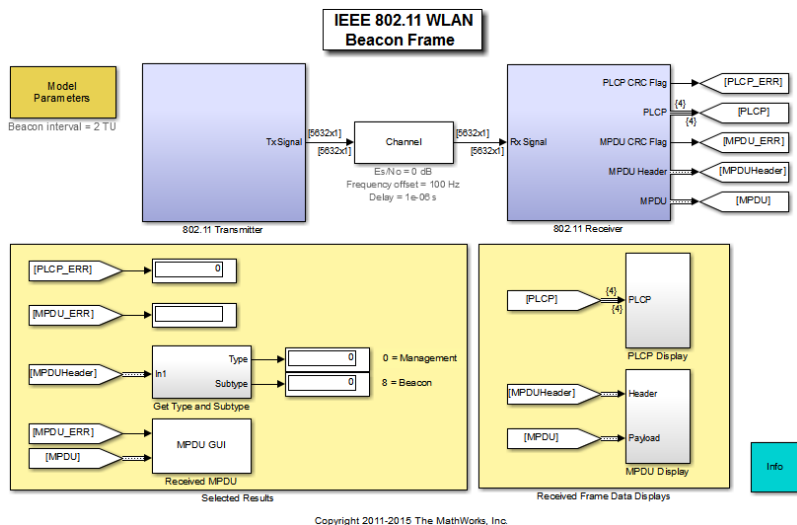


Рис. 2. Структурная схема системы

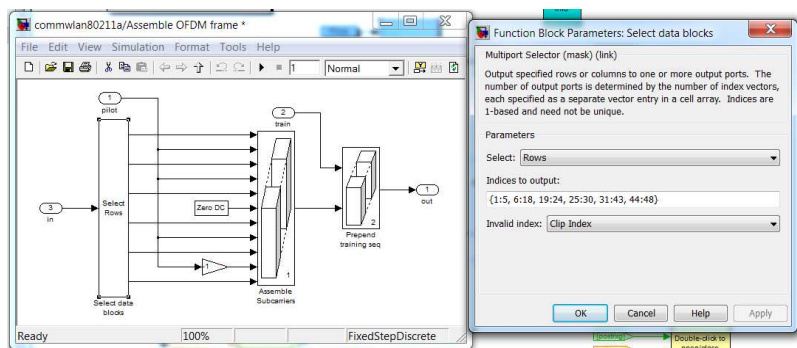


Рис. 3. Ввод начальных данных в блока модели

Для задания свойств и режимов работы модели передачи стандарта IEEE 802.11 выполним ввод следующих параметров модели (рис. 3): количество передаваемых OFDM-символов в блоке передаче данных; число OFDM-символов в обучающей последовательности; порог низкоуровневого сигнала; коэффициент гистерезиса для адаптивной модуляции; отслеживаемая глубина.

Результаты моделирования без фильтрации приведены на рис. 4, а с фильтрацией – на рис. 5.

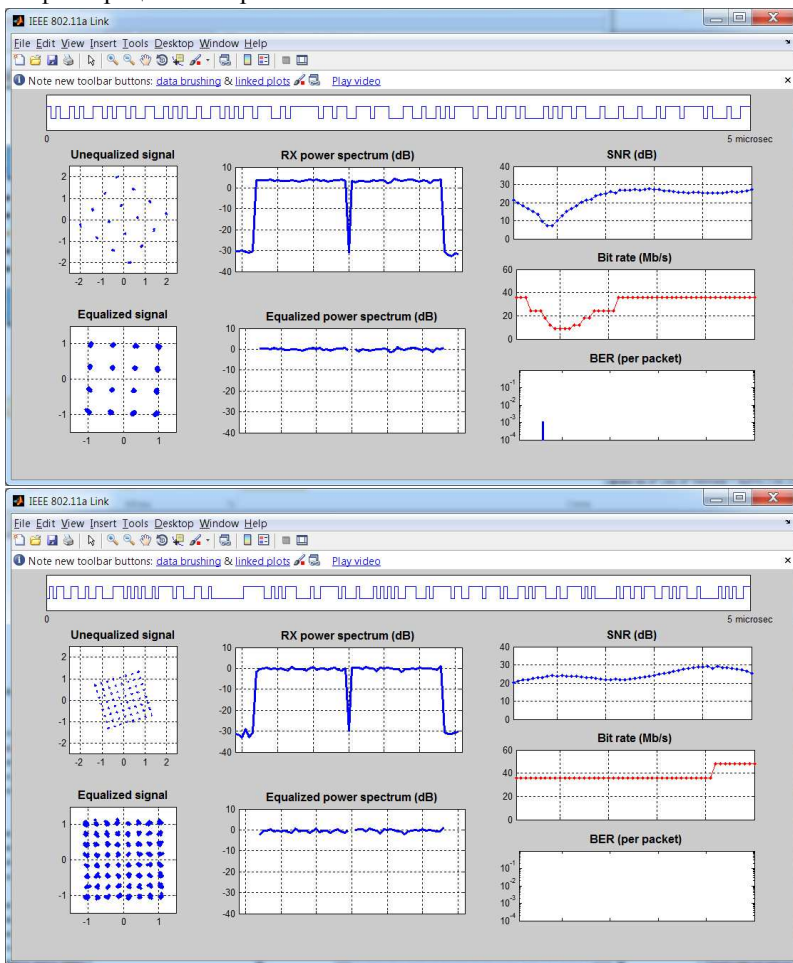


Рис. 4. Результат моделирования параметров и динамика изменений характеристик сигнала эксперимента без фильтрации

Формирование сигнала выполнено по стандарту IEEE 802.11b, в качестве формирующего и согласованного фильтров выбран фильтр «корень из приподнятого косинуса». Фильтры используются для устранения межсимвольной интерференции.

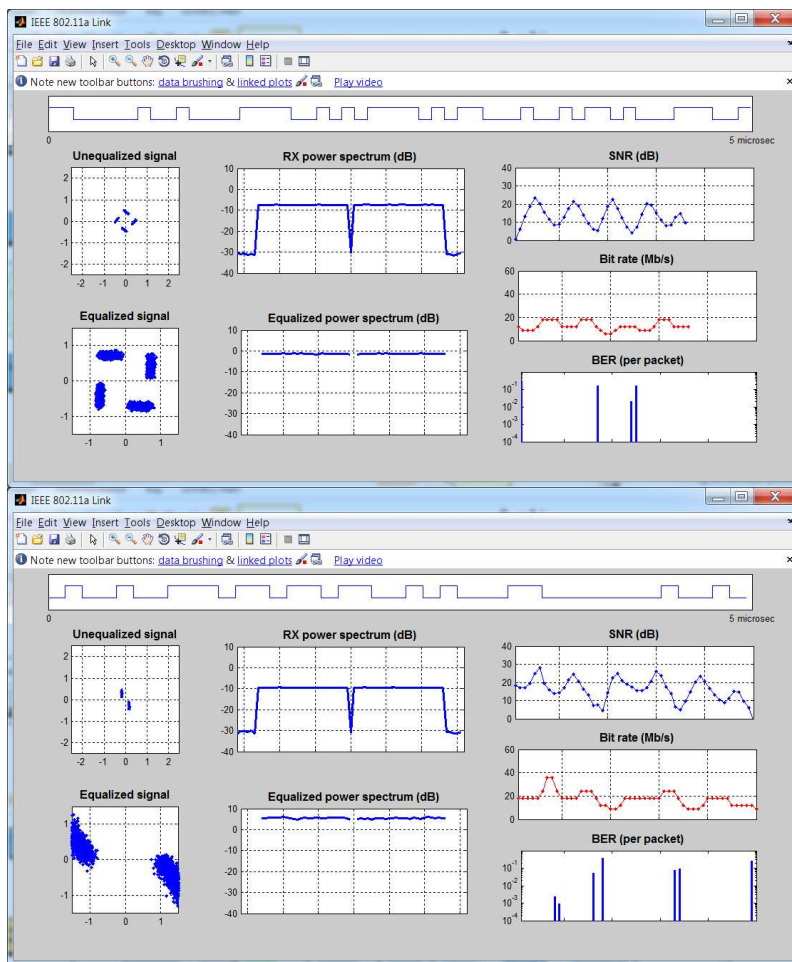


Рис. 5. Результат моделирования параметров и динамика изменений характеристик сигнала эксперимента с фильтрацией

Во всех рассмотренных сценариях моделирования характеристики OFDM-системы связи с АРМ превосходили характеристики системы с равномерным распределением мощности. Увеличение

производительности OFDM-системы за счет применения схемы АРМ зависело в первую очередь от статистических характеристик канала связи.

Заключение. Использование моделей, построенных в среде Matlab Simulink, помогают эффективно проводить изучение и анализ сетей стандарта IEEE 802/11n, оперативно решать возникающие проблемы, проявляемые при построении сети, и выдавать рекомендации по улучшению ее производительности. Вышеописанный метод подходит для анализа работоспособности сети стандарта IEEE 802.11n без привлечения дорогостоящего оборудования.

Библиографический список

1. Бабков В.Ю. Сети мобильной связи. – М.: Горячая линия-Телеком, 2015. – 224 с.
2. Вишневский В.М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. – М.: Эко-Трендз, 2015. – 592 с.
3. Моделирование систем и процессов: учебник. Сер. 58. Бакалавр / В.Н. Волкова, В.Н. Козлов, Г.В. Горелова, Ю.И. Лыпарь, Н.Б. Паклин, А.Н. Фирсов, Л.В. Черненькая, И.П. Симаков. – 1-е изд. – М.: Юрайт, 2014. – 592 с.
4. Пахомов Г.И., Фрейман В.И. Теория электрической связи. Основные понятия: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 114 с.
5. Рошан П. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. – М.: Вильямс, 2014. – 304 с.
6. Фрейман В.И., Кон Е.Л., Южаков А.А. Подход к разработке образовательных программ подготовки магистров // Образовательные ресурсы и технологии. – 2014. – № 2(5). – С. 29–34.
7. MatLab Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mathworks.com/help/matlab/> (дата обращения: 04.11.2016).

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ	3
Пирожкова Е.В. Локальное планирование движения робота с использованием кривой Безье.....	4
Пирожкова Е.В. Алгоритм построения траектории движения робота с использованием кривой Безье.....	10
Бикметова Е.М. Многопродуктовые детерминированные модели планирования производства.....	17
Амилаханов Н.А., Юрочкин А.Г. Построение системы электронного документооборота.....	23
Атаманиченко В.И., Данилова А.В. Разработка автоматизированного рабочего места специалиста по строительным материалам.....	28
Атаманиченко В.И., Данилова А.В. Подсистема психологического тестирования специалистов.....	34
Авдеев В.В., Головин А.А. Возможность выделения изотропных источников на поверхности объектов сложной формы.....	42
Авдеев В.В., Головин А.А. Особенности использования метода интегральных уравнений в электродинамических задачах.....	45
Авдеев В.В., Головин А.А. Применение главного критерия в технологических процессах в металлургии.....	51
Авдеев В.В., Головин А.А. Проведение организации алгоритмических оптимизационных процедур при проектировании сложных технических систем.....	55
Савоськина Е.А., Баранов Ю.Н. Информационные технологии при определении остаточной стоимости автомобиля.....	59
Алавердян А.Г., Мишин Я.А. Оптимизация характеристик электродинамических объектов на основе метода искусственного интеллекта.....	64
Алавердян А.Г., Мишин Я.А. О построении моделей создания технического оборудования с требуемыми параметрами.....	70
Алавердян А.Г., Мишин Я.А. Компьютерная программа, предназначенная для контроля знаний.....	74

Алавердян А.Г., Мишин Я.А. Автоматизированная система для менеджеров по приему заявок.....	82
Гайнанов Р.Р., Кузнецов Д.Б. Разработка математической модели для создания виртуальной компьютерной лаборатории.....	87
Сергеенков А.С., Кузьмин А.В. Система визуализации динамического изменения геометрических параметров трехмерной модели сердца пациента.....	94
Мусаев Р.А., Тарутин А.В. Использование в профессиональной деятельности персональных информационных менеджеров.....	98
Белоногов А.В., Кычкин А.В. Требования к программно-алгоритмическому обеспечению удаленного мониторинга и управления энергетической системой.....	104
Селуков Д.А., Шилов В.С. Нахождение оптимального числа кластеров «методом локтя».....	107
Атаманиченко В.И., Данилова А.В. Программа для оценки знаний обучающихся.....	112
Федосеева О.Н. Некоторые аспекты распределения наркотических средств и психотропных веществ.....	119
Якимова М.О., Юртаев А.В. Разработка модели строповки разных видов твердых грузов для компьютерного тренажера оператора портального крана.....	125
Шкляев Ф.И., Хабибулин А.Ф. Использование онтологического моделирования при разработке тренажера крановщика портального крана.....	131
Кашин О.А., Бакунов Р.Р., Файзрахманов Р.А. Алгоритмическое и программное обеспечение для интерфейсных систем мозг-компьютер.....	136
Ляхова В.В., Тарутин А.В. Проблемы кодирования документов организации для использования их в автоматизированных системах.....	141
Пономарева О.А. Применение имитационного моделирования ANYLOGIC на примере конвейерной разливной линии.....	145
Секция 2. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ	149

Варзаносов П.В., Белоногов А.В., Солодкий Е.М. Реализация системы векторного управления асинхронным двигателем.....	150
Белоногов А.В., Варзаносов П.В., Даденков Д.А. Обзор способов реализации наблюдателей скорости для бездатчиковых систем управления вентильным двигателем.....	157
Кулев А.В., Кулев М.В., Абрамова Е.А. Автоматизация обследования пассажиропотоков анкетным методом.....	163
Чудинов М.А. Показатели реального времени в разработке программного обеспечения на основе SCADA-систем.....	170
Чудинов М.А. Реализация прототипа системы вибрационного контроля газотурбинного двигателя в SCADA-пакете Trace Mode.....	178
Сташков С.И., Шумихин А.Г., Соколичик П.Ю. Оперативный контроль степени гомогенизации многокомпонентных смесей на основе энтропии оптолептической информации с применением методов светочувствительного сканирования.....	184
Берсенева Н.И., Стафейчук Б.Г. Оценка характера и моделирование возмущающих воздействий в системе управления мощностью энергоблока 800 МВт	189
Секция 3. ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	193
Чиж Е.П. Экологический аудит.....	194
Чудинов А.В. Применение технологий энергосбережения и возобновляемых источников энергии с целью повышения энергоэффективности.....	200
Сидоров А.А., Носков В.В., Кычкин А.В. Измерительный комплекс VIDA350MC.....	207
Носков В.В., Сидоров А.А., Кычкин А.В. Мониторинг низкопотенциальной тепловой энергии системы охлаждения компрессорной станции.....	211
Турпак А.М. Методика расчёта параметров синус-фильтра для вентильных двигателей при питании от ШИМ-инвертора.....	215
Власов К.А., Макарова М.Б., Лыскова Т.И., Елтышев Д.К. Разработка функциональных моделей для построения интеллектуальной системы мониторинга и анализа энергетических данных промышленного предприятия.....	221

Макарова М.Б., Власов К.А., Лыскова Т.И., Кычкин А.В. Разработка UML-диаграмм для интеллектуальной системы мониторинга и анализа энергетических данных промышленного предприятия.....	227
Секция 4. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	233
Сорокин А.С., Бондарев В.Ю., Кротова Е.Л. Искусствен- ные нейронные сети. Подготовка входных и обработка вы- ходных данных	234
Сорокин А.С., Бондарев В.Ю., Кротова Е.Л. Использование искусственных нейронных сетей для прогнозирования данных ...	237
Амилаханов Н.А., Юрочкин А.Г. Подсистема визуализа- ции уровней электромагнитного поля в помещении для беспроводных систем связи.....	242
Амилаханов Н.А., Юрочкин А.Г. Процессы моделирова- ния распространения радиоволн в системах связи в присут- ствии эффектов затухания.....	248
Журавлёв А.А., Кондрашина Т.В. Возможные способы защиты от киберпреступлений в эпоху современных технологий.....	253
Бортник Д.А., Шабуров А.С. Исследование способов защи- ты информации в распределенной корпоративной сети на основе внедрения технологии BYOD.....	259
Васильев К.П., Филиппов М.А., Шабуров А.С. Анализ способов защиты данных при использовании бесконтактной оплаты банковской картой.....	266
Журилова Е.Е. Интеллектуальная собственность как фактор экономической стабильности предприятия	272
Андреев Р.А., Кротов Л.Н. Сравнительный анализ некото- рых симметричных блочных шифров.....	278
Миронова А.А., Шабуров А.С. Постановка задачи подго- товки специалистов по защите информации в условиях реа- лизации требований профессиональных стандартов.....	285
Сунегина Е.А., Фрейман В.И. Построение и исследование модели BLUETOOTH-сети в среде моделирования Mathworks MatLab.....	292
Белаш Т.В., Фрейман В.И. Построение и исследование модели сети, реализующей технологию IEEE 802.11, в среде MatLab.....	300

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ТЕОРИЯ,
ИНСТРУМЕНТЫ, ПРАКТИКА**

Материалы VIII Международной
интернет-конференции молодых ученых,
аспирантов, студентов
(01 ноября – 31 декабря 2016 г.)

Редактор и корректор *И.Н. Жеганина*

Подписано в печать 16.03.2017.
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 19,75.
Тираж 100 экз. Заказ 38/2017.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.