

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ®

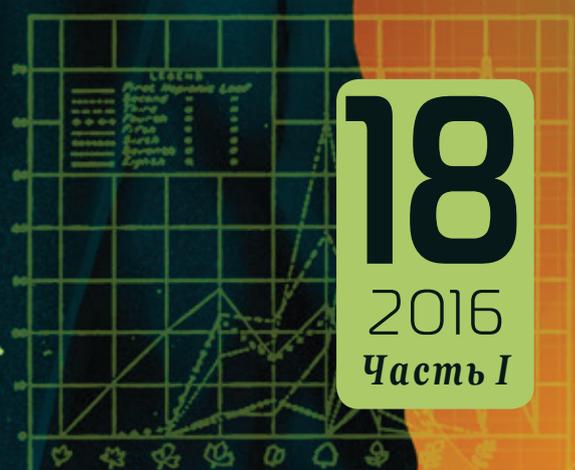
международный научный журнал

THE SIGNIFICANCE OF LATENT
CHARACTERS

SOME LATENT CHARACTERS
OF A WHITE BEAN



Hamilton Shull



18
2016
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 18 (122) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

На обложке изображен Джордж Гаррисон Шелл (1874–1954) — американский генетик, издатель и редактор.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе eLibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*

Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*

Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 15.10.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Кожобеков К. Г.**
Асимптотика решения бисингулярной задачи на бесконечной прямой с квадратичной особенностью по времени 1
- Миннигалеева Р. И.**
Оценка влияния в социальных сетях при помощи вектора Шепли 5
- Мухамедиева Д. Т., Саманова М. М.**
Анализ применения искусственных иммунных систем для интеллектуальной обработки информации 7

ФИЗИКА

- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Устинов А. П., Патерило А. С., Пестеров Д. И., Юнусов Т. Ш., Габзалилов Э. Ф.**
Моделирование электропривода на базе бесконтактного двигателя постоянного тока в пакете SimPowerSystems 10
- Илясов В. В., Ашканов А. В., Попова И. Г.**
Анализ лопастей турбины ГТД из карбида титана в пакете Ansys 16
- Кочкин С. А., Островский В. В.**
Определение потенциальной энергии частицы по известной линейной энергетической зависимости периода ее финитного движения в потенциальной яме 20
- Якушова Н. Д., Пронин И. А.**
Исследование микроструктуры и фазового состава полупроводниковых пленок ZnO-Cu (Fe), полученных золь-гель методом 22

ХИМИЯ

- Аронбаев Д. М., Федоров Ф. Ф., Аронбаев С. Д., Пронина К. В., Шертаева А. А.**
Еще раз о «французском парадоксе», или О пользе умеренного потребления виноградных вин 25
- Динь Ван Так, Ву Тхи Зуен**
Исследование размерных характеристик нанопорошков Co и Fe 30

ИНФОРМАТИКА

- Алдошина А. Н.**
Экспертная система на основе нейросетевых технологий для мониторинга и диагностики корпоративной локальной сети 35
- Иванов К. К., Ефремов А. А., Ващенко И. А.**
Проблема отсутствующей информации в базах данных 38
- Иванов К. К., Ефремов А. А., Ващенко И. А.**
Проектирование базы данных. Роль процесса в создании информационной системы 40
- Иванов К. К.**
Восстановление и параллельность как аспекты управления транзакциями в базах данных 42
- Исаев А. Л., Газаров Д. А., Евсеев С. Д.**
Способы классификации движущихся объектов на видео 44
- Kadirov M. M.**
Guidelines for testing intrusion detection systems in computer systems and networks 47
- Лопатин И. С.**
Редактор языковых баз Wordnet с использованием гиперграфовой базы данных 50

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Атаханов Ш. Н., Каноатов Х. М., Сарibaева Д. А., Маллабоев О. Т., Рахимов У. Ю.**
Технология переработки соковых выжимок топинамбура для получения пищевых продуктов 55
- Базин В. В., Шитова И. Ю.**
Теоретические основы выбора дисперсной фазы для получения коррозионно-стойкого серного композиционного материала 57
- Бодров П. А., Стогний Е. А.**
Перспективы развития высокоскоростного движения 60
- Волынцев П. А.**
Преимущества горячей регенерации асфальтобетонных покрытий 63
- Воронов Д. С., Черников В. В.**
Метод взвешенного голосования для обнаружения аппаратных закладок 64

Гаевская З. А., Лазарева Ю. С., Лазарев А. Н. Хронология изменений требований к энергоэффективности зданий68	Лахов Ю. А. Определение эффективности процесса энергопотребления в энергокластере89
Горшков Е. А., Колыбелкина Н. С.т Разработка реляционной базы данных для товарищества собственников жилья «Электрон».....72	Мельниченко М. А. Решение экологической проблемы утилизации отходов упаковки из термоусадочной плёнки.... 91
Дягилев А. А., Гришачева А. Ю. Реализация квадрупольного масс-анализатора типа «фильтр масс» на основе плоских дискретных электродов.....75	Пинчукова К. В. Расширение спектра свойств целлюлозных композиционных материалов путем сополимеризации волокон целлюлозы.....93
Жулин А. А. Прогнозирование ресурса трубопровода на основе методов теории надежности.....78	Пинчукова К. В. Композиционные материалы, используемые в производстве бумажной упаковки95
Ильина И. Е., Котельников Г. А., Сафронов М. А. Мониторинг мнения потребителей транспортных услуг г. Пензы.....82	Semenov D. O., Shardina G. E. Technology of fertilizer application for potatoes, the conditions required for the formation of high- quality tubers98
Коваленко Д. В. Режимы работы и замыкания в электроустановках.....85	Синюк К. В. К анализу применения современных средств автоматики в системах управления станциями прессования..... 100
Кузнецов А. Д., Лаврентьев М. С. Сравнение металлической и композитной арматуры при армировании бетона87	Сосов Е. Г. Моделирование процесса уплотнения дорожной смеси 102

МАТЕМАТИКА

Асимптотика решения бисингулярной задачи на бесконечной прямой с квадратичной особенностью по времени

Кожобеков Кудайберди Гапаралиевич, кандидат физико-математических наук, доцент, проректор по учебной работе
Ошский государственный университет (Кыргызстан)

В работе построено асимптотическое разложение решения задачи Коши для бисингулярной параболического уравнения, в случае, когда решение соответствующего «вырожденного» уравнения имеет полюс второго порядка по времени в начальной точке. Асимптотика решения построена обобщенным методом пограничных функций. Приведена оценка для остаточного члена.

Ключевые слова: асимптотика, сингулярность, параболическое уравнение, бисингулярная задача, пограничная функция, полюс, обобщенный метод погранфункций

The asymptotic solution of the bisingular problem on an infinite line with a quadratic singularity growth over time

Kozhobekov Kudayberdi Gaparalievich

We constructed the asymptotic expansion bisingular Cauchy problem for a parabolic equation, in the case, when the corresponding unperturbed equation will have the pole of the second order in beginning of the time. Asymptotic expansion of the solution constructed by the generalized method of boundary functions. It is given the estimate of the reminder term of the asymptotical expansion of the solution..

Key words: asymptotic, singularity, equation of parabolic type, bisingularly problem, pole, generalized method of boundary functions

1. Постановка задачи. Исследуем задачу Коши на бесконечной прямой

$$\varepsilon \left(\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} - \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \right) + t^2 p(x,t)u(x,t) = f(x,t), \quad (x,t) \in D, \tag{1}$$

$$u(x,0) = \varphi(x), \quad -\infty < x < +\infty, \tag{2}$$

где ε — малый положительный параметр, $p(x,t) > 0$ ($x,t \in \bar{D}$), $p, f \in C^\infty(\bar{D})$, $f(x,0) \neq 0$, $D = \{(x,t) | -\infty < x < +\infty, 0 \leq t\}$, $\varphi \in C^\infty(R)$, $u(x,t)$ — искомая функция.

Очевидно, что задача (1)-(2) является бисингулярной. Так как невозмущенная задача ($\varepsilon=0$) имеет решение, которое имеет полюс второго порядка в точке $t=0$. Отметим, что в [1] рассмотрен случай, когда невозмущенное уравнение имеет полюс первого порядка при $t=0$

2. Построение асимптотики решения обобщенным методом погранфункций К.Алымкулова [1]- [4]. Решение задачи (1)-(2) будем искать в виде

$$u(x,t) = V(x,t) + W(x,\tau), \tag{3}$$

$$\text{где } V(x,t) = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k v_k(x,t), \quad W(x,\tau) = \sum_{k=-2}^{\infty} \mu^k w_k(x,\tau), \quad \varepsilon = \mu^3, \quad \tau = t / \mu.$$

Для начала уравнение (1) запишем в виде

$$\varepsilon \left(\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} - \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \right) + t^2 p(x,t)u(x,t) = f(x,t) - h(x,t) + h(x,\mu\tau), \tag{4}$$

как заметили, мы здесь ввели асимптотический ряд $h(x, t) = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k h_k(x, t)$.

После подстановки соотношения (3) в уравнение (4) получаем:

$$\varepsilon \left(\frac{\partial V(x, t)}{\partial t} - \frac{\partial^2 V(x, t)}{\partial x^2} \right) + t^2 p(x, t) V(x, t) = f(x, t) - h(x, t), \tag{5}$$

$$\mu^2 \left(\frac{\partial W(x, \tau)}{\partial \tau} - \mu \frac{\partial^2 W(x, \tau)}{\partial x^2} \right) + \mu^2 \tau^2 p(x, \mu \tau) W(x, \tau) = h(x, \mu \tau). \tag{6}$$

Начальное условие для пограничной функции $W(x, \tau)$ примет вид $W(x, 0) = \varphi(x) - V(x, 0)$.

Из равенства (5) имеем:

$$v_0(x, t) = \frac{f(x, t) - h_0(x, t)}{t^2 p(x, t)}, \quad v_k(x, t) = \frac{g_k(x, t) - h_k(x, t)}{t^2 p(x, t)}, \quad k \in N.$$

$$\text{где } g_k(x, t) = \frac{\partial^2 v_{k-1}(x, t)}{\partial x^2} - \frac{\partial v_{k-1}(x, t)}{\partial t}.$$

Пусть $h_k(x, t) = \sum_{j=0}^{\infty} h_{k,j}(x) t^j$ и $h_{0,0}(x) = f(x, 0)$, $h_{0,1}(x) = \frac{\partial f(x, 0)}{\partial t}$, $h_{k,0}(x) = g_k(x, 0)$, $h_{k,1}(x) = \frac{\partial g_k(x, 0)}{\partial t}$. Тогда

$v_k(x, t) \in C^\infty(D)$, $k = 0, 1, \dots$ Остальные функций $h_{k,j}(x)$ подберем так, чтобы выполнялись условия $w_k(x, \tau) \rightarrow 0$ при $\tau \rightarrow +\infty$, $-\infty < x < +\infty$.

Теперь перейдем к определению членов ряда $\sum_{k=0}^{\infty} \mu^k w_k(x, \tau)$. Равенство (6) запишем в виде:

$$\mu^2 \frac{\partial W(x, \tau)}{\partial \tau} - \mu^3 \frac{\partial^2 W(x, \tau)}{\partial x^2} + \mu^2 \tau^2 \sum_{j=0}^{\infty} (\mu \tau)^j p_j(x) W(x, \tau) = \sum_{k=0}^{\infty} \mu^{3k} \sum_{j=0}^{\infty} h_{k,j}(x) (\mu \tau)^j.$$

Отсюда имеем:

$$Lw_{-2} \equiv \frac{\partial w_{-2}(x, \tau)}{\partial \tau} + \tau^2 p_0(x) w_{-2}(x, \tau) = h_{0,0}(x), \quad (x, \tau) \in D_1, \tag{8}$$

$$Lw_{-1} = \frac{\partial^2 w_{-2}(x, \tau)}{\partial x^2} - \tau^3 p_1(x) w_{-2}(x, \tau) + h_{0,1}(x) \tau, \quad (x, \tau) \in D_1, \tag{9}$$

$$Lw_{3k-2+i} = \frac{\partial^2 w_{3k+i-3}(x, \tau)}{\partial x^2} - \sum_{j=1}^{3k+i} \tau^{j+2} p_j(x) w_{3k-2+i-j}(x, \tau) + \sum_{s=0}^k h_{k-s, 3s+i}(x) \tau^{3s+i}, \quad k \in N, i = 0, 1, 2, (x, \tau) \in D_1, \tag{10}$$

где $D_1 = \{(x, \tau) | -\infty < x < +\infty, 0 < \tau < +\infty\}$.

Из (7) имеем

$$w_0(x, 0) = \varphi(x) - v_0(x, 0), \quad w_{3k}(x, 0) = -v_k(x, 0), \quad w_m(x, 0) = 0, \quad m \neq 3k, \quad k \in N. \tag{11}$$

Докажем вспомогательные теоремы.

Теорема 1. Пусть $F(x, \tau) \in C^\infty(\bar{D}_1)$, $z^0(x) \in C^\infty(R)$, $a(x) > 0$. Тогда задача

$$\frac{\partial z(x, \tau)}{\partial \tau} + \tau^2 a(x) z(x, \tau) = F(x, \tau), \quad (x, \tau) \in D_1, \quad z(x, 0) = z^0(x), \tag{12}$$

имеет единственное решение $z(x, \tau) \in C^\infty(\bar{D}_1)$.

Доказательство. Интегрируя дифференциальное уравнение (12) с начальным условием, получаем единственное решение задачи (12):

$$z(x, \tau) = z^0(x) e^{-\tau^2 a(x)/3} + \int_0^\tau e^{(\alpha^3 - \tau^3) a(x)/3} F(x, \alpha) d\alpha.$$

Заметим, что если $F(x, \tau) = O(\tau^n)$, $\tau \rightarrow +\infty$, $n = \text{const}$, то $z(x, \tau) = O(\tau^{n-2})$, $\tau \rightarrow +\infty$. Из теоремы 1 следует существование и единственность решений задач (8)-(11).

Теорема 2. Пусть $0 < a(x) \in C^\infty(R)$ и функции $F_j(x, \tau) \in C^\infty(\bar{D}_1)$ разлагаются в асимптотические ряды

$$F_j(x, \tau) = \tau \sum_{k=0}^{\infty} \frac{F_{j, 3k+j}(x)}{\tau^{3k+j}}, \quad j = 0, 1, 2, \quad \tau \rightarrow +\infty, \quad -\infty < x < +\infty.$$

Тогда в области D_1 , существуют решения уравнений

$$\frac{\partial z_j(x, \tau)}{\partial \tau} + \tau^2 a(x) z_j(x, \tau) = F_j(x, \tau), \quad j = 0, 1, 2, \quad \tau \rightarrow +\infty, \tag{13}$$

которые разлагаются в ряды

$$z_j(x, \tau) = \frac{1}{\tau} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z_{j,3k+j}(x)}{\tau^{3k+j}}, \quad j=0,1,2, \quad \tau \rightarrow +\infty. \tag{14}$$

Доказательство. Заметим, что дифференцируемость асимптотических рядов (14) вытекает непосредственно из (13). Разложение ищем в виде (14), где $z_{j,3k+j}(x)$ — пока неизвестные функций. Подставляя (14) в (13) получаем простые рекуррентные системы уравнений относительно $z_{j,3k+j}(x)$. Отсюда последовательно определяются все члены (14). Далее, с помощью теоремы 1 оцениваем остаточные члены рядов (14).

Теорема 3. Пусть для функций $h_{k,j}(x) = \sum_{s=1}^{3k+2} p_{j+s-2}(x)w_{3k-s,s}(x)$, $k=0,1,\dots, j=2,3,\dots$ Тогда при $\tau \rightarrow +\infty$ справедливы асимптотические разложения

$$w_{3(k-1)+s}(x, \tau) = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{w_{3(k-1)+s,3j-s}(x)}{\tau^{3j-s}}, \quad s=0,1,2, \quad k=0,1,\dots$$

Доказательство. Последовательно применяя теорему 2 для уравнений (8) и (9), получаем

$$w_{-2}(x, \tau) = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{w_{-2,3j-1}(x)}{\tau^{3j-1}}, \quad w_{-1}(x, \tau) = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{w_{-1,3j-2}(x)}{\tau^{3j-2}}, \quad \tau \rightarrow +\infty, \tag{15}$$

где $w_{-2,2}(x) = \frac{h_{0,0}(x)}{p_0(x)}$, $w_{-2,3k+2}(x) = \frac{(3k-1)w_{-2,3k-1}(x)}{p_0(x)}$, $k \in N$.

Теперь в (10) мы выбираем функции $h_{k,j}(x)$ так, чтобы максимальная степень разложения по τ правых частей равенств (10) не превышало 2 когда $\tau \rightarrow +\infty$. Из (10) при $k=0$ и $i=2$ имеем:

$$Lw_0 = \frac{\partial^2 w_{-1}(x, \tau)}{\partial x^2} - \sum_{j=1}^2 \tau^{j+2} p_j(x)w_{-j}(x, \tau) + \sum_{s=0}^k h_{0,2}(x)\tau^s, \tag{16}$$

Если $h_{0,2}(x) = p_1(x)w_{-1,1}(x) + p_2(x)w_{-2,2}(x)$, то применяя асимптотические разложения (15) и теорему 2 для уравнения (16), получаем:

$$w_0(x, \tau) = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{w_{0,3j}(x)}{\tau^{3j}}, \quad \tau \rightarrow +\infty.$$

Аналогично доказываются и остальные случаи.

Таким образом, нами определены все члены асимптотического решения (3). Перейдем теперь к оценке остаточной функции.

Оценка остаточного члена. Пусть $R_m(x, t) = u(x, t) - u_m(x, t)$, $u_m(x, t) = \sum_{k=0}^m \varepsilon^k v_k(x, t) + \sum_{k=-2}^{3m} \mu^k w_k(x, \tau)$. Тогда для остаточной функции $R_m(x, t)$ получим задачу

$$\varepsilon \left(\frac{\partial R_m(x, t)}{\partial t} - \frac{\partial^2 R_m(x, t)}{\partial x^2} \right) + t^2 p(x, t)R_m(x, t) = O(\varepsilon^{m+1}), \quad (x, t) \in D, \tag{17}$$

$$R_m(x, 0) = O(\varepsilon^{m+1}), \quad -\infty < x < +\infty, \quad \varepsilon \rightarrow 0. \tag{18}$$

К задаче (17)-(18) применяем преобразование $R_m(x, t) = (1+t)r_m(x, t)$, тогда относительно функции $r_m(x, t)$ получаем задачу

$$\varepsilon \left(\frac{\partial r_m(x, t)}{\partial t} - \frac{\partial^2 r_m(x, t)}{\partial x^2} \right) + \left(t^2 p(x, t) + \frac{\varepsilon}{1+t} \right) r_m(x, t) = O(\varepsilon^{m+1}), \quad (x, t) \in D,$$

$$r_m(x, 0) = O(\varepsilon^{m+1}), \quad -\infty < x < +\infty, \quad \varepsilon \rightarrow 0.$$

Из принципа максимума [5], следует справедливость оценки:

$$r_m(x, t) = O(\varepsilon^m), \quad \varepsilon \rightarrow 0, \quad (x, t) \in \bar{D}.$$

Отсюда следует, что $R_m(x, t) = O(\varepsilon^m)$, $\varepsilon \rightarrow 0$, $(x, t) \in \bar{D}$.

Следовательно, справедлива

Теорема 4. Для решения задачи (1)-(2) при $\varepsilon \rightarrow 0$ справедливо асимптотическое разложение (3).

Пример. Рассмотрим задачу

$$\varepsilon \left(\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} - \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} \right) + t^2 u(x, t) = 1 + x + x^2 + t + 3t^2, \quad (x, t) \in D, \tag{19}$$

$$u(x, 0) = x, \quad -\infty < x < +\infty. \tag{20}$$

Асимптотическое разложение решения задачи (19)-(20) ищем в виде

$$u(x, t) = v_0(x, t) + \varepsilon v_1(x, t) + \sum_{k=-2}^3 \mu^k w_k(x, \tau) + R(x, t), \tag{21}$$

где $R(x, t)$ — остаточная функция.

Учитывая равенство (5) получаем:

$$v_0(x, t) = 3, v_k(x, t) = 0, \text{ при } h_0(x, t) = 1 + x + x^2 + t, h_k(x, t) = 0, k \in N.$$

Задачи (8)-(11) примут вид:

$$Lw_{-2} \equiv \frac{\partial w_{-2}(x, \tau)}{\partial \tau} + \tau^2 w_{-2}(x, \tau) = 1 + x + x^2, (x, \tau) \in D_1, w_{-2}(x, 0) = 0, \quad (22)$$

$$Lw_{-1} = \frac{\partial^2 w_{-2}(x, \tau)}{\partial x^2} + \tau, (x, \tau) \in D_1, w_{-1}(x, 0) = 0, \quad (23)$$

$$Lw_0 = \frac{\partial^2 w_{-1}(x, \tau)}{\partial x^2}, (x, \tau) \in D_1, w_0(x, 0) = x - 3, \quad (24)$$

$$Lw_j = \frac{\partial^2 w_{j-1}(x, \tau)}{\partial x^2}, (x, \tau) \in D_1, w_j(x, 0) = 0, j = 1, 2, 3. \quad (25)$$

Решения задач (22)-(25) представимы в виде, соответственно

$$w_{-2}(x, \tau) = (1 + x + x^2) \int_0^\tau e^{(\alpha^3 - \tau^3)/3} d\alpha,$$

$$w_{-1}(x, \tau) = 2 \int_0^\tau e^{(\alpha^3 - \tau^3)/3} \int_0^\alpha e^{(s^3 - \alpha^3)/3} ds d\alpha + \int_0^\tau \alpha e^{(\alpha^3 - \tau^3)/3} d\alpha,$$

$$w_0(x, \tau) = (x - 3)e^{-\tau^3/3} + \int_0^\tau e^{(\alpha^3 - \tau^3)/3} \frac{\partial^2 w_{-1}(x, \alpha)}{\partial x^2} d\alpha = (x - 3)e^{-\tau^3/3},$$

$$w_j(x, \tau) = \int_0^\tau e^{(\alpha^3 - \tau^3)/3} \frac{\partial^2 w_{j-1}(x, \alpha)}{\partial x^2} d\alpha \equiv 0, j = 1, 2, 3.$$

Отметим, что при $\tau \rightarrow +\infty, x \in R$ справедливы соотношения

$$w_{-2}(x, \tau) = \frac{1 + x + x^2}{\tau^2} + \frac{2(1 + x + x^2)}{\tau^5} + O(\tau^{-8}), w_{-1}(x, \tau) = \frac{1}{\tau} + O(\tau^{-4}).$$

Задача для остаточной функции имеет вид:

$$\varepsilon \left(\frac{\partial R(x, t)}{\partial t} - \frac{\partial^2 R(x, t)}{\partial x^2} \right) + t^2 R(x, t) = 0, (x, t) \in D,$$

$$R(x, 0) = 0, -\infty < x < +\infty.$$

Отсюда $R(x, t) \equiv 0$. Следовательно,

$$u(x, t) = 3 + (x - 3)e^{-t^3/3\varepsilon} + \frac{1 + x + x^2}{\sqrt[3]{\varepsilon^2}} \int_0^\tau e^{(\alpha^3 - \tau^3)/3} d\alpha + \frac{2}{\sqrt[3]{\varepsilon}} e^{-\tau^3/3} \int_0^\tau \int_0^\alpha e^{(s^3 - \alpha^3)/3} ds d\alpha + \\ + \frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}} \int_0^\tau \alpha e^{(\alpha^3 - \tau^3)/3} d\alpha.$$

Заключение. Нами доказано применимость обобщенного метода пограничных функций для построения равномерного асимптотического разложения решения бисингулярной задачи на бесконечной прямой с квадратичным ростом сингулярности по времени, с любой степенью точности по малому параметру. Благодаря данному методу нам удалось получить точную оценку для остаточной функции.

Литература:

1. Алымкулов, К., Турсунов Д. А., Кожобеков К. Г. Обобщенный метод пограничных функций для бисингулярной задачи на бесконечной прямой // Приволжский научный вестник № 8 (60). 2016. — с. 8–12.
2. Alymkulov, K. Extension of boundary layer function method for singularly perturbed differential equation of Prandtle-Tichonov and Lighthill types // Reports of the third congress of the world mathematical society of Turkic countries, Almaty, June July, 2009. — P 256–259.
3. Alymkulov, K. Analog of Method of Boundary Layer Function for the Solution of the Lighthill's Model Equation with the regular Singular Point // American J. Math. & Statistics, 2013, v. 3, n.1. — P. 53–61.
4. Алымкулов, К., Турсунов Д. А. Об одном методе построения асимптотических разложений решений бисингулярно возмущенных задач // Известия вузов. Математика. 2016, № 12, — с. 3–11.
5. Friedman, A. Partial differential equation of parabolic type. Prentice-hall, inc. glenwood Cliffs, N.J. 1964.

Оценка влияния в социальных сетях при помощи вектора Шепли

Миннигалеева Римма Ильшатовна, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

Введение

С изобретением Марком Цукербергом социальной сети Facebook мир шагнул в новую эпоху развития. «Мы жили в деревнях. А потом в городах. Теперь будем жить в интернете» — эти слова из фильма «Социальная сеть» стали пророческими, ведь действительно, на сегодняшний день невозможно представить свою жизнь без социальных сетей. К примеру, в одном только ВКонтакте ежемесячная аудитория составляет 46,6 млн. человек [6], Facebook же может похвастаться аудиторией более чем 1,5 млрд. человек. К тому же, наблюдается ежемесячный рост пользователей во всех наиболее известных социальных сетях.

В современном мире социальные сети являются мощным инструментом, который используется не только для общения, но и для распространения информации, рекламы, а также для наблюдения настроений в обществе. Социальные сети способны не только объединять людей, но и сделать лучших друзей врагами, если их мнения не сошлись в каком-либо вопросе. Человек, умеющий подать информацию, способен управлять если не толпой, то пользователями социальных сетей точно.

В описании социальных сетей и процессов, которые в них протекают, широкое распространение получили теория игр и теория графов.

Теория игр — раздел математики, основным предметом которого является поиск оптимальных стратегий в ситуациях, когда две или более сторон ведут борьбу за реализацию своих интересов. Такие ситуации называются играми. В каждой игре игроки следуют определенной стратегии, которая приведет каждого к проигрышу или выигрышу. При выборе стратегии каждому игроку необходимо опираться не только на максимизацию своего выигрыша, но и учитывать поведение другого игрока. Методам теории игр находят применение в экономике (наиболее частое применение), медицине, психологии, социологии, политологии, военном деле и т.д.

Теория графов — раздел дискретной математики, в которой изучаются свойства графов. В общем виде графом является набор из вершин (узлов), соединенных ребрами. Практическое применение теории графов достаточно широко, так как графы позволяют описывать не только технические процессы, но и многие другие: экономические, логистические, биологические и т.д.

Основные понятия и определения

Основными понятиями в теории социальных сетей являются: агент, влияние, мнение, репутация. Приведем определения тех понятий, которые будут использоваться в нашем исследовании. Влияние — процесс и результат изменения субъектом поведения другого субъекта, его установок, намерений, представлений и оценок в ходе взаимодействия с ним [1]. Агент — участник (игрок) социальной сети.

Кооперативной игрой с трансферабельной полезностью называется пара (N, v) , где $N = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ — множество игроков, а v — характеристическая функция (или функция выигрыша): $2^N \rightarrow R$, $v(\emptyset) = 0$. . Непустое множество $S \subseteq N$, называется коалицией. Характеристическая функция подчиняется следующим свойствам [4]:

1. монотонность: $S \subseteq N \Rightarrow v(S) \leq v(N)$;
2. супераддитивность: $S \subseteq N, T \subseteq N, S \cap T = \emptyset \Rightarrow v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$.;
3. выпуклость: $v(S \cap T) + v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$.

В теории кооперативных игр под характеристической функцией понимается отображение, ставящее в соответствие любой допустимой коалиции величину выигрыша, которая эта коалиция может получить, действуя независимо от остальных участников [4]. Смысл характеристической функции в данной работе будет состоять в том, что величина данной функции будет определять степень влияния агентов.

Вектор $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ называется дележом. Именно дележ описывает исход игры. Каждая компонента вектора подчиняется следующим условиям:

1. $x_i \geq v(\{i\})$. — условие индивидуальной рациональности;
2. $\sum_{i \in N} x_i = v(N)$ — условие коллективной рациональности.

Вектор Шепли — принцип оптимальности распределения выигрыша между игроками в задачах кооперативной теории игр [4]. Является распределением, в котором выигрыш каждого игрока равен среднему вкладу игрока в общий выигрыш всей коалиции:

$$Sh_i = \sum_{i \in S} \frac{(|N|-|S|)! (|S|-1)!}{|N|!} (v(S) - v(S/i)) \quad (1)$$

В рассматриваемой задаче вектор Шепли будет рассматриваться как оценка влияния одного агента на другого. Следовательно, по величине вектора Шепли можно будет определить то, какие игроки в социальной сети являются наиболее влиятельными.

Для применения теории графов необходимо ввести понятие ориентированного графа. Пусть задано конечное множество элементов $X = \{1, 2, 3, \dots, n\}$, под которым будем понимать множество вершин, и подмножество V декартова произведения $X \times X$, то есть $V \subseteq X^2$, называемое множеством дуг, тогда ориентированным графом G является совокупность (X, V) . Дугу между вершинами i и j будем обозначать как (i, j) [2].

Пример практического применения вектора Шепли в задаче оценки влияния в социальных сетях

Как говорилось ранее, теория графов и теория игр получили широкое применение в исследовании социальных сетей, поэтому было введено понятие игр на социальных сетях. Игры на социальных сетях — игры, в которых вершинами являются агенты (игроки), а взвешенные дуги отображают степень доверия или влияния друг на друга [3].

Существует несколько классов наиболее часто используемых моделей для изучения процессов, протекающих в социальных сетях: оптимизационные и имитационные, теоретико-игровые, модели «диффузии инноваций». Рассмотрим модель взаимной информированности, которая принадлежит к классу теоретико-игровых моделей. В описании данной модели [3] было отмечено, что агенты сети не объединяются в коалиции и действуют каждый сам по себе, однако каждый агент знает о степени влияния других агентов. Также в [5] был описан подход, в котором определяется ценность агента. На основе данных методов рассмотрим ситуацию, когда агенты объединяются в коалиции, таким образом, имеет место коллективного влияния. Для этого, используем следующую социальную сеть, которая состоит из 4 агентов:

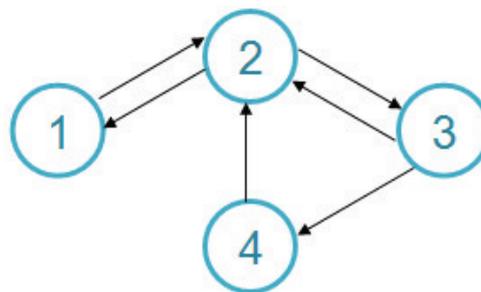


Рис. 1 Социальная сеть

Степень влияния агентов представлена следующими соотношениями:

$$v(1, 2, 3, 4) = v(2, 3, 4) = v(1, 2) = 1$$

$$v(1, 2, 4) = v((1, 2), 4) = 2$$

Вычисляя вектор Шепли по формуле (1), получим следующие результаты:

$$Sh_1 = \frac{2}{12}, Sh_2 = \frac{7}{12}, Sh_3 = \frac{-2}{12}, Sh_4 = \frac{5}{12}.$$

Данные результаты свидетельствуют о том, что наиболее влиятельными агентами в сети являются агенты под номерами 2 и 4, хотя агент номер 4 напрямую влияет только на игрока под номером 2. Следует заметить, что, несмотря на влияние агента под номером 3 на агентов 2 и 4, его ценность является наименьшей в данной игре. Полученный вектор оценок ценности удовлетворяет условиям рациональности, которые определены для вектора дележа.

В заключении хотелось бы сказать, что использование вектора Шепли для оценки значимости объединения игроков получило широкое распространение не только при решении социальных и экономических задач, но и, к примеру, в медицине (взаимодействие нейронов в головном мозге), и в генетике (измерение «силы генов»). В данной же статье была представлена идея применения вектора Шепли к оценке влиятельности агентов в социальных сетях.

Литература:

1. Glossary on Control Theory and its Applications — <http://glossary.ru>
2. Бурков, В. Н., Заложнев А. Ю., Новиков Д. А. Теория графов в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2001. — 124с.
3. Губанов, Д. А., Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. М.: Физматлит, 2010. — 228с.
4. Петросян, Л. А., Зенкевич Н. А., Шевкопляс Е. В. Теория игр. СПб: БХВ-Петербург, 2012.
5. Чхартишвили, А. Г. Теоретико-игровые модели информационного управления. М.: ЗАО «ПМСОФТ», 2004. — 227 с.
6. <http://br-analytics.ru/blog/socialnye-seti-v-rossii-zima-2015-2016-cifry-trendy-prognozy/>

Анализ применения искусственных иммунных систем для интеллектуальной обработки информации

Мухамедиева Дилноза Тулкиновна, доктор технических наук, профессор;
Саманова Мавжуда Мавлановна, магистрант
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека (г. Ташкент)

Данный алгоритм иммунокомпьютинга может быть рассмотрен как «иммунный» алгоритм, так как любой образ может быть представлен как частный случай формального протеина и его распознавание основывается на энергии связи с антителом формального протеина. Иммунокомпьютинг позволяет с большой эффективностью решать задачи обучения с экспертом, самообучения (обучения без эксперта), группировки и классификации, представления результатов вычислений в пространстве образов.

Ключевые слова: иммунные алгоритмы, искусственные иммунные системы, иммунокомпьютинг

Analysis of solving tasks of classification based on using artificial immune system

Mukhammediyeva D. T., Samanova D. T.
National university of Uzbekistan

This algorithm of immunocomputing can be looked as "immune" algorithm, any form is imagined as frequent event of formal protein and its knowledge is based on energy with antitel of formal protein. Immunecomputing allows to solve following tasks with great effect: teaching with expert, selfstuding, grouping and classification, presentation the results of calculation in wide state.

Keywords: immune algorithms, artificial immune systems, immunocomputing.

Иммунные алгоритмы (ИА) широко используются в различных областях интеллектуальной обработки информации. Свойства искусственных иммунных систем (ИИС), такие как распознавание, разнообразие, обучение, память, распределенное обнаружение и др., позволяют использовать иммунные принципы для решения таких задач как распознавание образов, поиск данных, компьютерная безопасность, обнаружение ошибок, классификация, оптимизация и др. [1]. В ИИС используется способность естественной иммунной системы вырабатывать новые типы антител и отбирать наиболее подходящие из них для взаимодействия с попавшими в организм антигенами [2]. Естественная иммунная система состоит из большого количества защитных элементов, молекул и органических соединений, поддерживающих организм в здо-

ровом состоянии, борясь с болезнями, служащими причиной заболеваний. Защитные элементы, используемые в естественной иммунной системе, называются лимфоцитами, главная задача которых — борьба с антигенами, молекулами, принадлежащими чужеродным телам, таким, как бактерии или вирусы, которые внедрились в организм.

Защитная реакция организма в борьбе с болезнью состоит в том, что он начинает вырабатывать клетки (антигены), способные распознать и нейтрализовать антигены. Клетки, полученные в результате мутационного процесса, имеют большое сходство с антигенами, имеют большее время жизни и остаются в организме на случай, если в будущем атака повторится. С другой стороны, если сходство антигена и клетки очень низкое, высокий процент мутации

применяется в надежде повысить значение сходства [3–6]. Для эволюционных алгоритмов известно [7], что сходимость к глобальному оптимуму в задаче оптимизации достигается в том случае, если есть уверенность в том, что алгоритм находит решение за конечное число шагов, и если такое решение будет оставаться в дальнейшем в популяции. Поскольку состояния переходов эволюционных алгоритмов имеют стохастический характер, детерминированная концепция сходимости не может быть использована для определения срока действия таких алгоритмов. Существуют две широко используемые меры стохастической сходимости эволюционных алгоритмов — это полное совпадение и совпадение по значению [7]:

Результаты и обсуждение

В вычислительных процедурах иммунокомпьютинга в качестве аналога расстояния используется понятие энергии связи, основанное на сингулярном разложении матрицы. Энергия связи между объектами A и M представляется следующим образом:

$$\omega_i = -U_i^T M V_i, U_i^T U_i = 1, V_i^T V_i = 1, i = 1, 2, \dots, r,$$

где U_i, V_i — соответственно, правые и левые сингулярные векторы матрицы A , r — ранг матрицы.

Алгоритм вычислительной процедуры обучения с экспертом состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Сворачивание вектора в матрицу. Заданный вектор X размерности $(n \times 1)$ сворачиваем в матрицу M размерности $n_U \times n_V = n$.

Шаг 2. Формируем матрицы A_1, A_2, \dots, A_k для эталонных классов $c = 1, \dots, k$ и вычисляем их сингулярные векторы:

$\{U_1, V_1\}$ — для A_1 , $\{U_2, V_2\}$ — для A_2 , $\{U_k, V_k\}$ — для A_k .

Шаг 3. Распознавание. Для каждого входного образа M вычисляем k значений энергии связи между каждой парой сингулярных векторов:

$$\omega_1 = -U_1^T M V_1, \dots, \omega_k = -U_k^T M V_k.$$

Шаг 4. Определяем класс, к которому принадлежит входной образ M . Минимальное значение энергии связи ω^* определяет этот класс:

$$c = \omega^* = \min_c \{\omega_c\}.$$

Основные вычислительные процедуры оценки состояния слабоформализуемых процессов основаны на свойствах сингулярного разложения произвольных матриц и математическом аппарате иммунокомпьютинга. Как известно, для произвольной матрицы A размерности $(m \times n)$ существует так называемое сингулярное разложение, т.е. представление матрицы в виде:

$$A = USV^T, \quad (1)$$

где $U - (m \times m)$ и $V - (n \times n)$ — ортогональные квадратные матрицы, удовлетворяющие критерию ортогональности:

$$VV^T = V^T V = E_{m \times m}, \quad UU^T = U^T U = E_{n \times n},$$

где E — единичные матрицы соответствующих размерностей.

Матрица S состоит из квадратного диагонального блока размерности $r \times r$ ($r = \min(m, n)$) с неотрицательными элементами на главной диагонали и, если $n \neq m$, из дополнительных нулевых строк или столбцов

$$S = [S'; 0], \text{ если } m < n,$$

$$S = [S'; 0]^T, \text{ если } m > n,$$

$$S = S', \text{ если } m = n,$$

$$S' = \text{diag}\{s_1, s_2, \dots, s_r, s_1 \geq s_2 \geq \dots \geq s_r\}.$$

Числа $s_i, i = 1, 2, \dots, r$ называются сингулярными числами матрицы A , которые определяются матрицей A однозначно.

Сингулярное разложение вещественной прямоугольной матрицы A в покомпонентной форме имеет следующее представление:

$$A = s_1 U_1 V_1^T + s_2 U_2 V_2^T + \dots + s_r U_r V_r^T, \quad (2)$$

где s^i — сингулярные числа матрицы A , U_i, V_i — соответственно, правые и левые сингулярные векторы, r — ранг матрицы. Эти сингулярные числа и сингулярные векторы удовлетворяют следующим соотношениям:

$$s_1 \geq s_2 \geq \dots \geq s_r \geq 0, s_i = U_i^T A V_i, U_i^T U_i = 1, V_i^T V_i = 1, i = 1, \dots, r. \quad (3)$$

Известно, что процессы сингулярного разложения любой вещественной матрицы A обладают весьма полезными свойствами для теории и приложений, а именно, каждая матрица над полем вещественных чисел имеет вещественные сингулярные числа и векторы. Кроме того, сингулярное разложение матриц устойчиво к малым возмущениям матриц, т.е. сингулярное разложение каждой матрицы является хорошо обусловленной процедурой.

Относительно практических аспектов, сингулярное разложение матрицы в общем случае может быть получено по достаточно простой и надежной схеме:

$$V_{(k+1)}^T = U_{(k)}^T A,$$

$$V_{(k+1)} = V_{(k+1)} / |V_{(k+1)}|$$

$$U_{(k+1)} = A V_{(k+1)}, U_{(k+1)} = U_{(k+1)} / |U_{(k+1)}| \quad (4)$$

$$s_k = U_k^T A V_k, |s_{k+1} - s_k| \leq \varepsilon,$$

где $k=0, 1, 2, \dots$ — номер итерации, $|U_{(k+1)}|$ — любая векторная норма, ε — заданная точность вычисления. Можно показать, что для произвольных начальных векторов $U_{(0)}, V_{(0)}$ итерации по схеме (4) сходятся в общем случае к сингулярным векторам U, V , соответствующим максимальному сингулярному числу $s_{\max} = U^T A V$. Следует отметить, что такие свойства не свойственны спектральному разложению, которое в действительности формирует основу для многомерного статистического анализа.

С использованием вышеприведенного итеративного алгоритма (4) сингулярное разложение матрицы A , представленное в форме (2,3) может быть получено с использованием метода исчерпывания.

Сущность этого метода заключается в следующем:

– максимальное сингулярное число и соответствующие ему правый и левый сингулярный векторы матрицы A вычисляются с помощью итеративного алгоритма (4).

Формируется матричная компонента $A_1 = s_1 U_1 V_1^T$;

– формируется матрица невязки

$$A_2 = A - A_1 = A - s_1 U_1 V_1^T \quad (5),$$

для которой максимальное сингулярное число и соответствующие ему правый и левый сингулярный векторы

матрицы A_2 вычисляются с помощью итеративного алгоритма (4) и т.д.

Вывод

Таким образом, иммунокомпьютинг позволяет с большой эффективностью решать следующие задачи: обучения с экспертом, самообучения (обучения без эксперта), группировки и классификации, представления результатов вычислений в пространстве образов.

Литература:

1. Искусственные иммунные системы и их применение / Под ред. Д. Дасгупты; пер. с англ. под ред. А. А. Ромашко. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 344 с.
2. An Overview of Artificial Immune Systems / J. I. Timmis, T. Knight, L. N. De Castro, E. H. Art // *Computation in Cells and Tissues: Perspectives and Tools for Thought*, Natural Computation Series, Springer, 2004. — P. 51–86.
3. De Castro L. N. Learning and optimization using the clonal selection principle // *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, Special Issue on Artificial Immune Systems. — 2002. — P. 239–251.
4. Kelsey, J. Immune Inspired Somatic Contiguous Hypermutation for Function Optimisation // *Proc. of Genetic and Evolutionary Computation Conference*. Springer Lecture Notes in Computer Science 2723. — 2003. — P. 207–218.
5. Villalobos-Arias, M. Convergence Analysis of a Multiobjective Artificial Immune System Algorithm // *In Proc. of I-CARIS 2004*, Springer Lecture Notes in Computer Science 3239. — P. 226–235.
6. De Castro L. N. AiNet: an artificial immune network for data analysis in *Data Mining // A Heuristic Approach*, Chapter XII, H. A. Abbass, R. A. Sarker, and C. S. Newton, Eds. USA: Idea Group Publishing. — 2001 — P. 231–259.
7. Back, T. *Handbook of Evolutionary Computation*. — Bristol, UK, IOP Publishing, 1997. — 560 p.

ФИЗИКА

Моделирование электропривода на базе бесконтактного двигателя постоянного тока в пакете SimPowerSystems

Емельянов Александр Александрович, доцент;

Бескеткин Виктор Викторович, ассистент;

Устинов Артем Павлович, студент;

Патерило Александр Сергеевич, студент;

Пестеров Дмитрий Ильич, студент;

Юнусов Тимур Шамильевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Габзалилов Эльвир Фиргатович, студент

Уральский государственный горный университет (г. Екатеринбург)

Целью данной работы является овладение технологией сборки модели электропривода на базе бесконтактного двигателя постоянного тока (БДПТ), подключенного к шестишаговому инвертору, в пакете SimPowerSystems для использования в лабораторных работах по дисциплинам «Математическое моделирование электромеханических систем» и «Электрический привод». За основу принята математическая модель из электронного ресурса [1]. Показаны пути поиска разделов необходимых элементов схемы электропривода, позволяющих студентам без больших потерь времени получить необходимые характеристики. Полезные рекомендации по работе в SimPowerSystems даны в работах [2], [3], [4], [5].

Общая схема электропривода на базе БДПТ приведена на рис. 1.

Бесконтактный двигатель постоянного тока представлен блоком Permanent Magnet Synchronous Ma-

chine из раздела Machines библиотеки SimPowerSystems (рис. 2). Инвертор напряжения (IGBT Inverter) представлен блоком Universal Bridge из раздела Power Electronics (рис. 2).

Наброс нагрузки моделируется в блоке Step (библиотека Simulink, раздел Sources). В этом блоке необходимо задать:

- время наброса нагрузки (Step time): 0.1;
- начальное значение (Initial value): 0;
- конечное значение (Final value): 3;
- шаг модельного времени (Sample time): 0.

Параметры БДПТ даны на рис. 3.

Параметры инвертора напряжения даны на рис. 4.

Блок управляемого источника напряжения (Controlled Voltage Source) находится в разделе Electrical Sources библиотеки SimPowerSystems (Simscape) (рис. 5). В этом блоке следует задать напряжение 500 В (рис. 5).

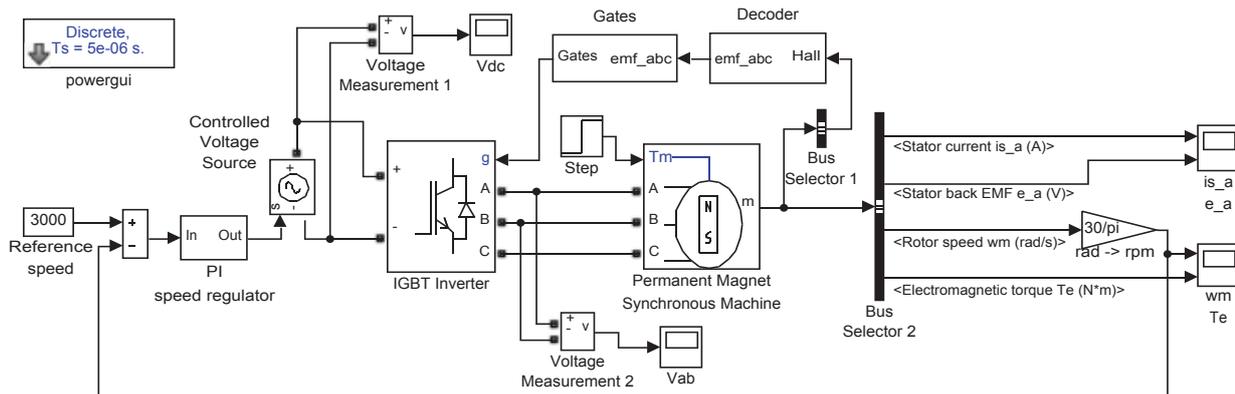


Рис. 1. Электропривод на базе БДПТ

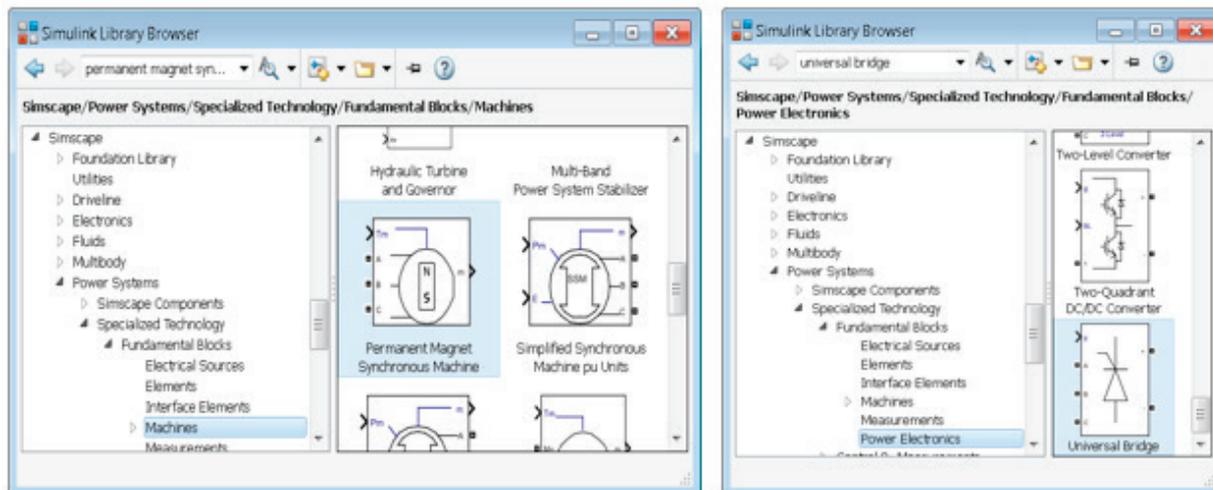


Рис. 2. Расположение блоков БДПТ и инвертора напряжения

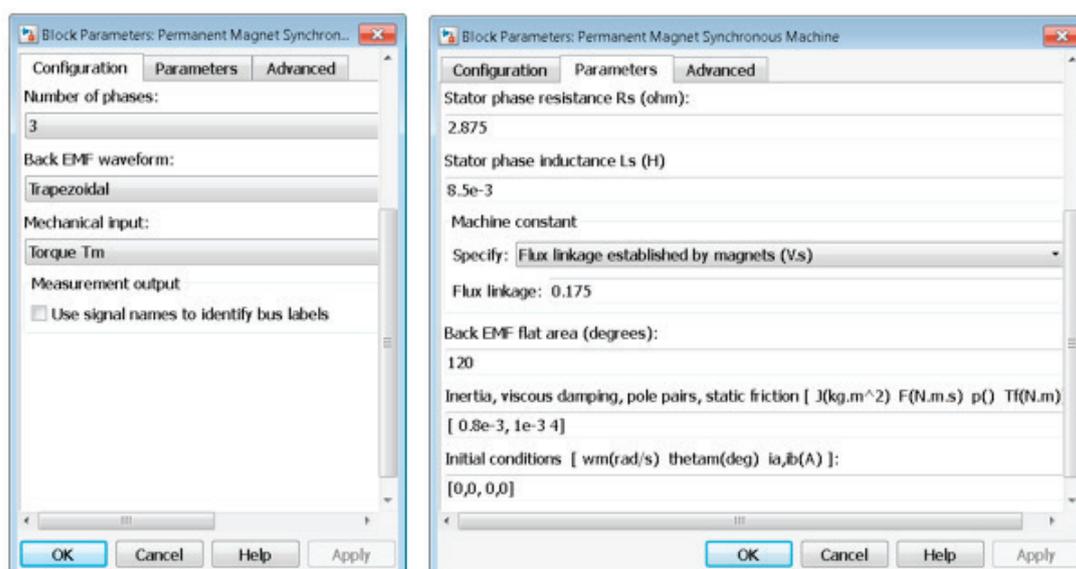


Рис. 3. Параметры БДПТ

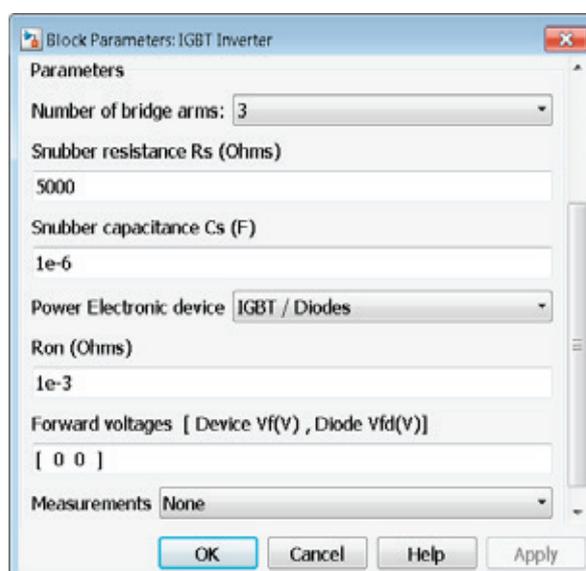


Рис. 4. Параметры инвертора напряжения

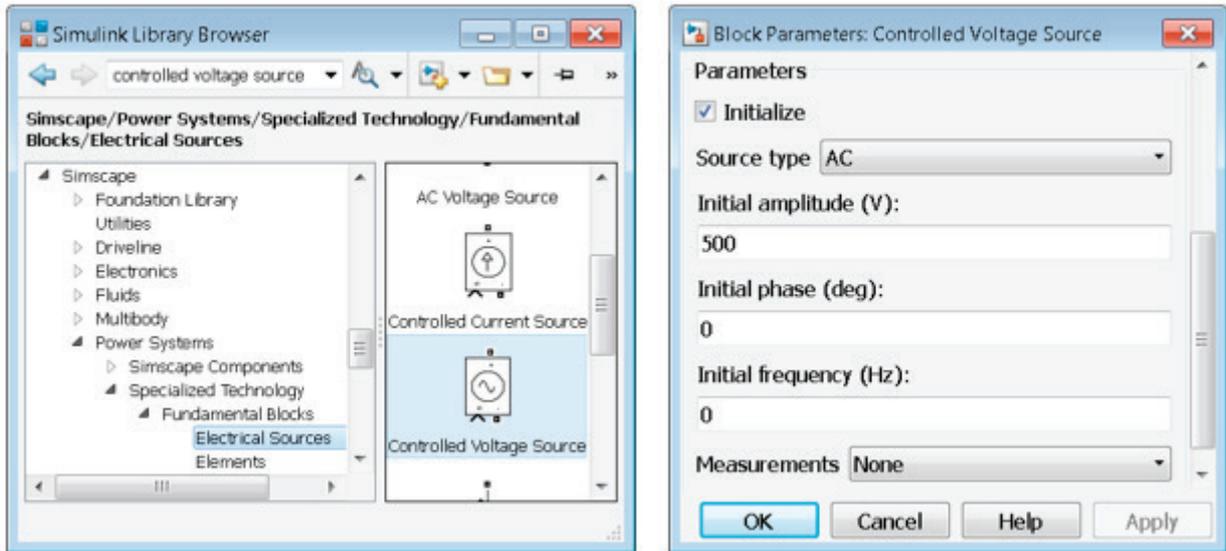


Рис. 5. Расположение блока управляемого источника напряжения и его параметры

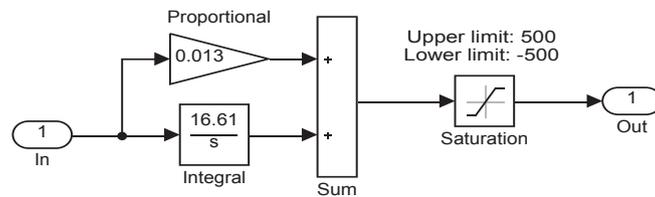
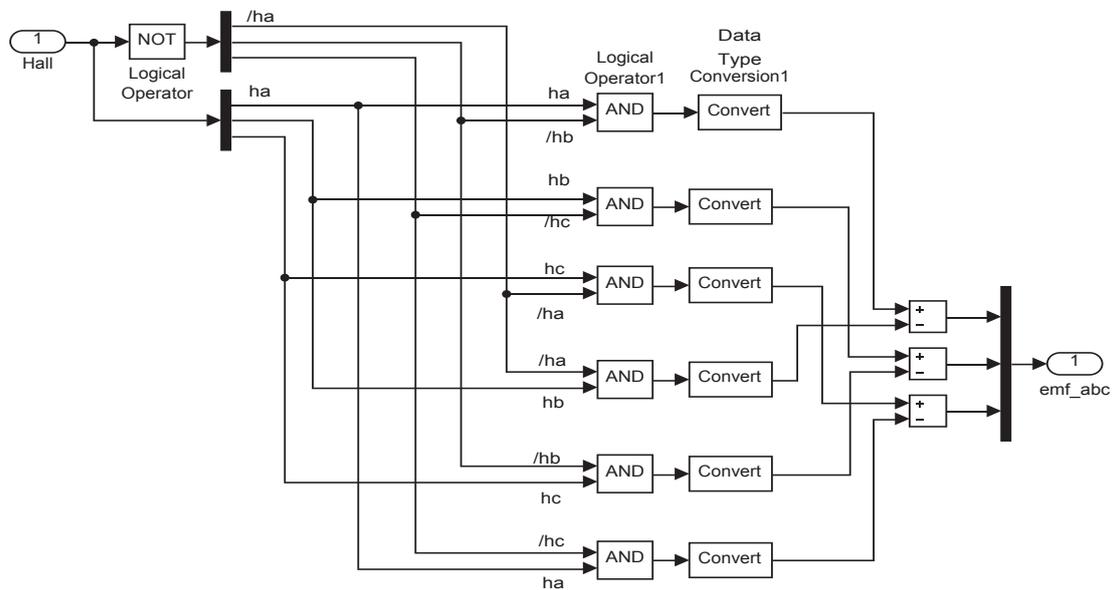


Рис. 6. ПИ-регулятор скорости



Этот модуль реализует следующую таблицу истинности

ha	hb	hc	emf_a	emf_b	emf_c
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	-1	+1
0	1	0	-1	+1	0
0	1	1	-1	0	+1
1	0	0	+1	0	-1
1	0	1	+1	-1	0
1	1	0	0	+1	-1
1	1	1	0	0	0

Рис. 7. Блок декодера (Decoder)

ПИ-регулятор скорости (PI speed regulator) показан на рис. 6. Его схему необходимо собрать в отдельном суб-блоке Subsystem (библиотека Simulink, раздел Ports & Subsystems). Пропорциональная часть регулятора (Proportional) задана блоком Gain (Simulink/Math Operations), интегральная часть (Integral) — блоком Transfer

Fcn (Simulink/Continuous). Ограничитель сигнала (Saturation) находится в разделе Simulink/Discontinuities. Его параметры указаны на рис. 6.

Декодер (Decoder) и блок ключей инвертора (Gates) представлены на рис. 7 и 8. Обе схемы собраны в суб-блоках Subsystem.

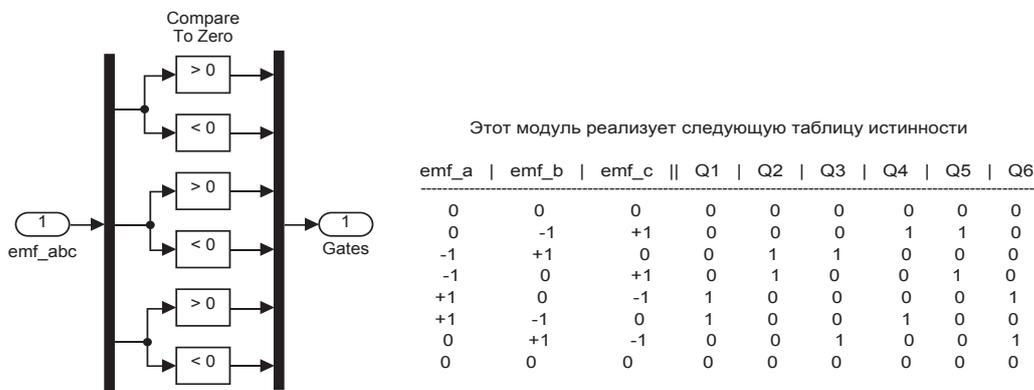


Рис. 8. Блок логических ключей инвертора (Gates)

Логические операторы (Logical Operator) NOT и AND, а также блоки сравнения с нулём (Compare To Zero) находятся в разделе Logic and Bit Operations библиотеки Simulink (рис. 9). Преобразователь типа сигнала (Data Type Conversion) — в разделе Signal Attributes (рис. 9).

Шинные селекторы (Bus Selector 1 и 2) позволяют передавать сигналы из блока БДПТ на декодер или на осциллографы. Для передачи данных на декодер необходимо в параметрах Bus Selector 1 из списка слева (Signals in the bus) выбрать сигналы Hall effect signal (h_a, h_b и h_c), добавить их в список выбранного (Selected sig-

nals) кнопкой Select и поставить галочку в пункте Output as bus (рис. 11).

Расположение блока Bus Selector в разделе Signal Routing библиотеки Simulink показано на рис. 11.

Аналогичным образом в Bus Selector 2 выбираем ток (Stator current is_a), ЭДС (Stator back EMF e_a), скорость (Rotor speed ω_m) и электромагнитный момент (Electromagnetic torque T_e) для вывода этих характеристик на осциллографы.

Для перевода скорости из рад/с в об/мин в блоке Gain необходимо установить значение $30/\pi$.

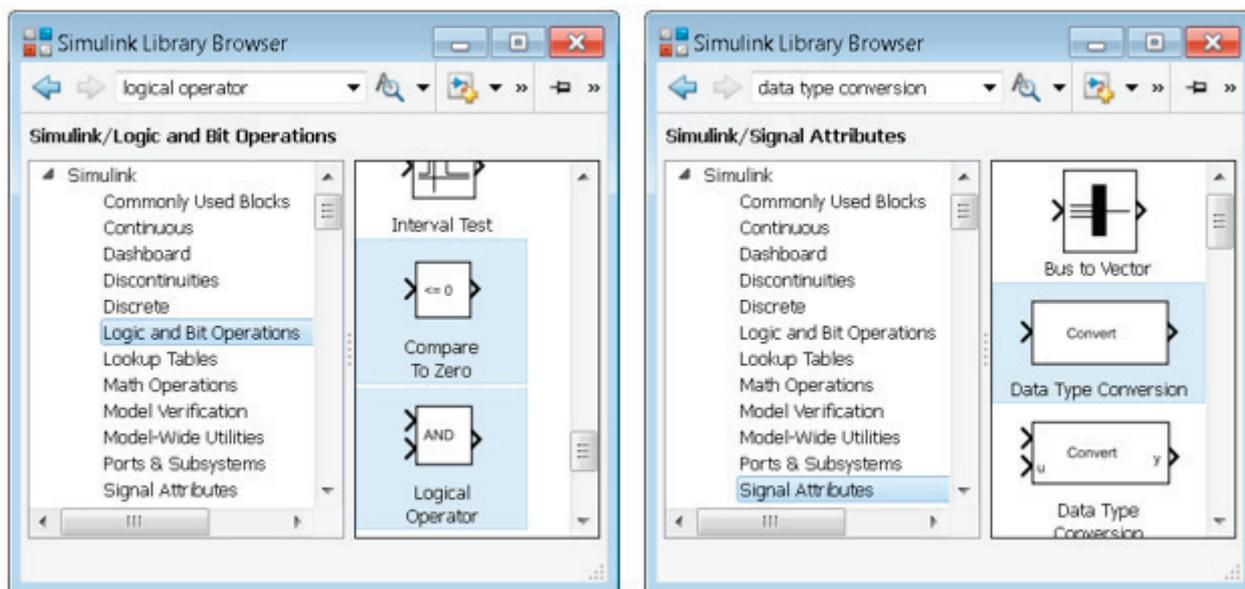


Рис. 9. Расположение блоков логических операторов, сравнения с нулём и преобразования типа сигнала

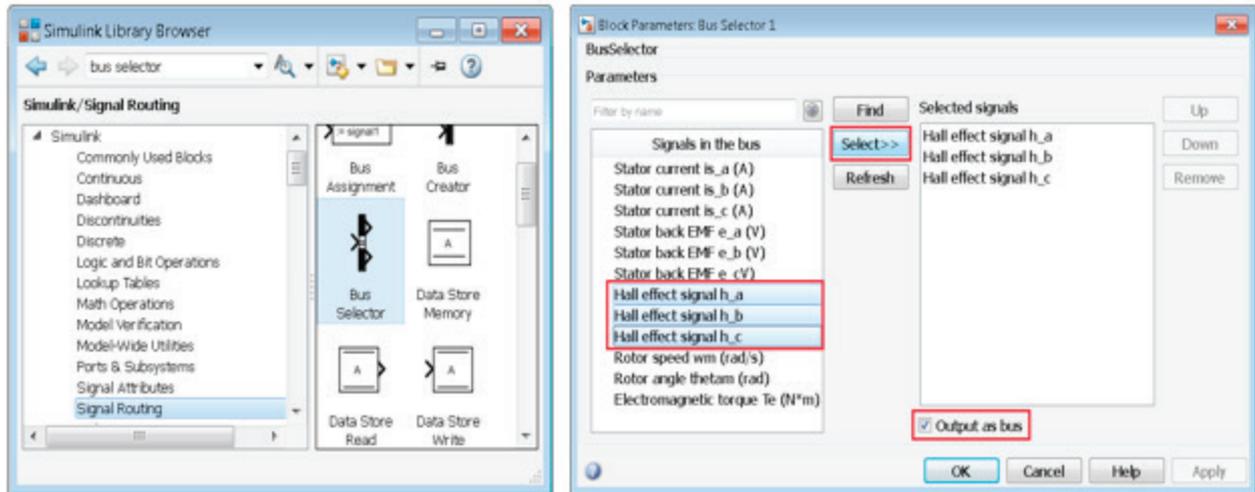


Рис. 11. Расположение блока Bus Selector и выбор сигналов в блоке Bus Selector 1

Напряжения V_{dc} и V_{ab} измеряются и отображаются в виде графиков на осциллографах с помощью блока Voltage Measurement из раздела Measurements библиотеки SimPowerSystems (рис. 12).

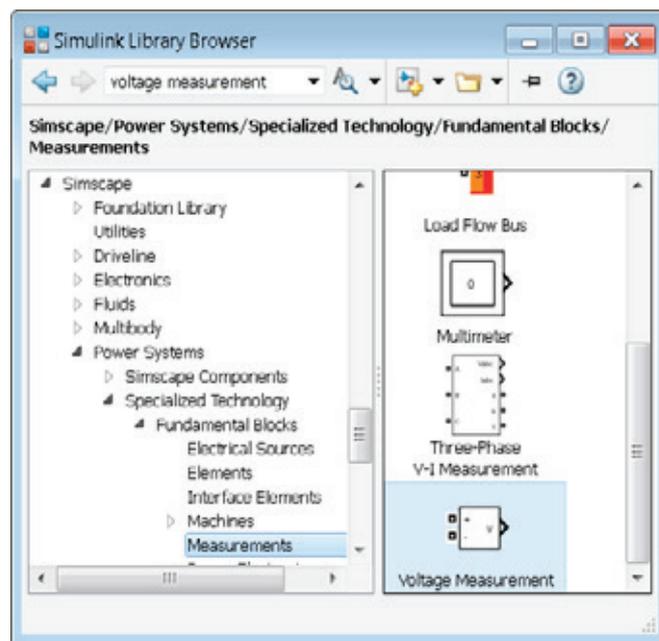


Рис. 12. Расположение блока измерителя напряжения (Voltage Measurement)

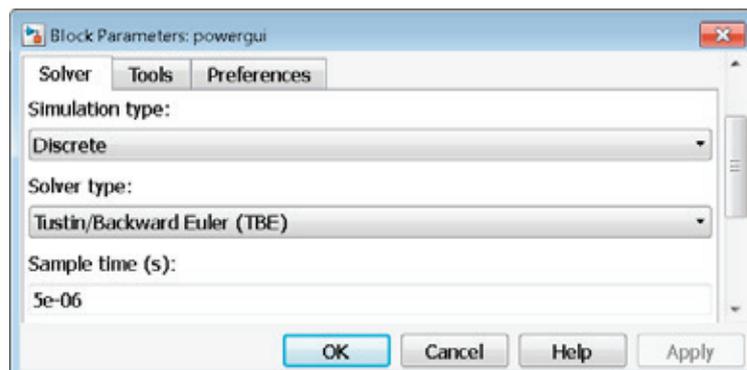


Рис. 13. Параметры блока Powergui

Для работы модели необходим блок Powergui (раздел Fundamental Blocks библиотеки SimPowerSystems), параметры которого приведены на рис. 13.

Результаты моделирования электропривода на базе бесконтактного двигателя постоянного тока даны на рис. 14 и 15.

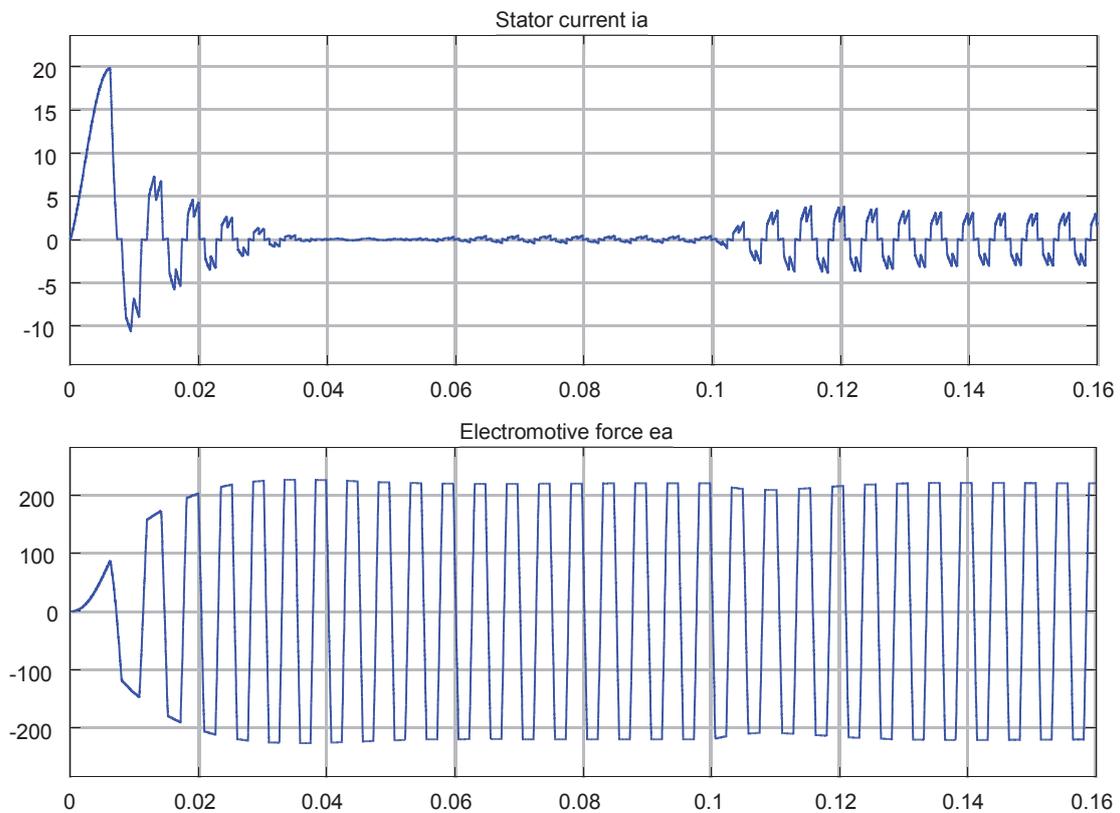


Рис. 14. Графики статорного тока i_a и ЭДС e_a

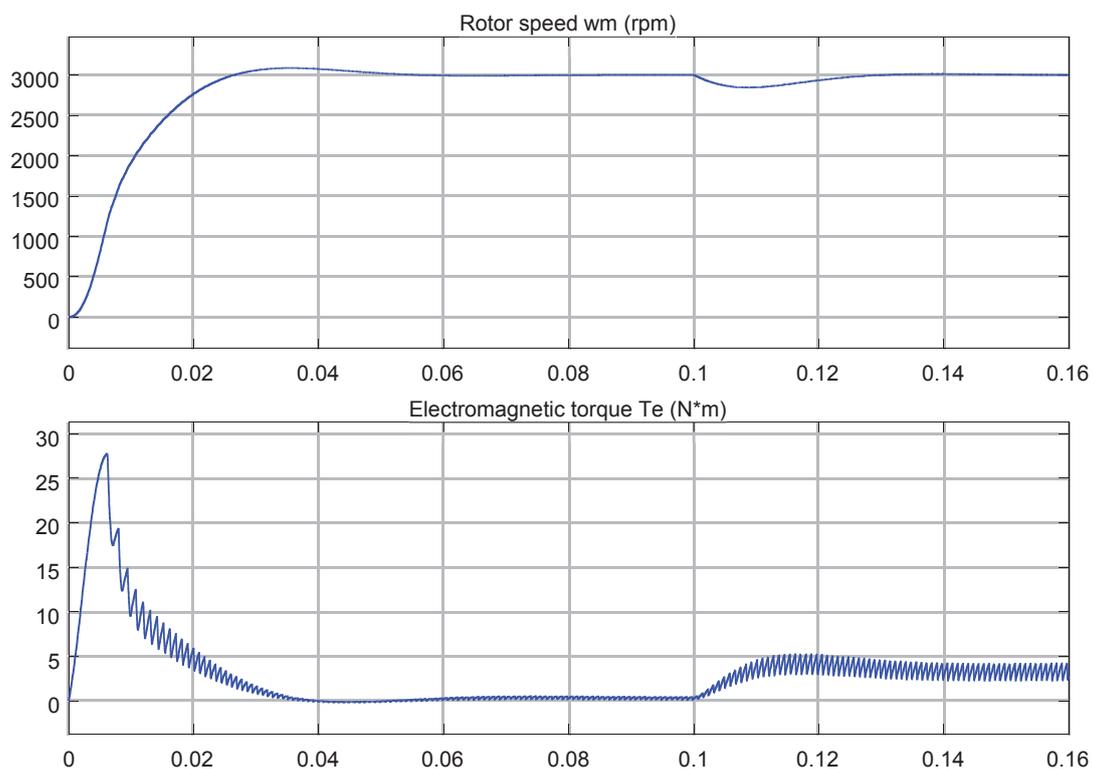


Рис. 15. Графики скорости и электромагнитного момента с набросом нагрузки на двигатель при $t = 0,1$ с

Примечание: во избежание ошибок при запуске расчёта модели необходимо открыть меню Simulation, выбрать Model Configuration Parameters. В открывшемся

окне в меню Diagnostics перейти к пункту Connectivity и установить значение Mux blocks used to create bus signals: error, как показано на рис. 16.

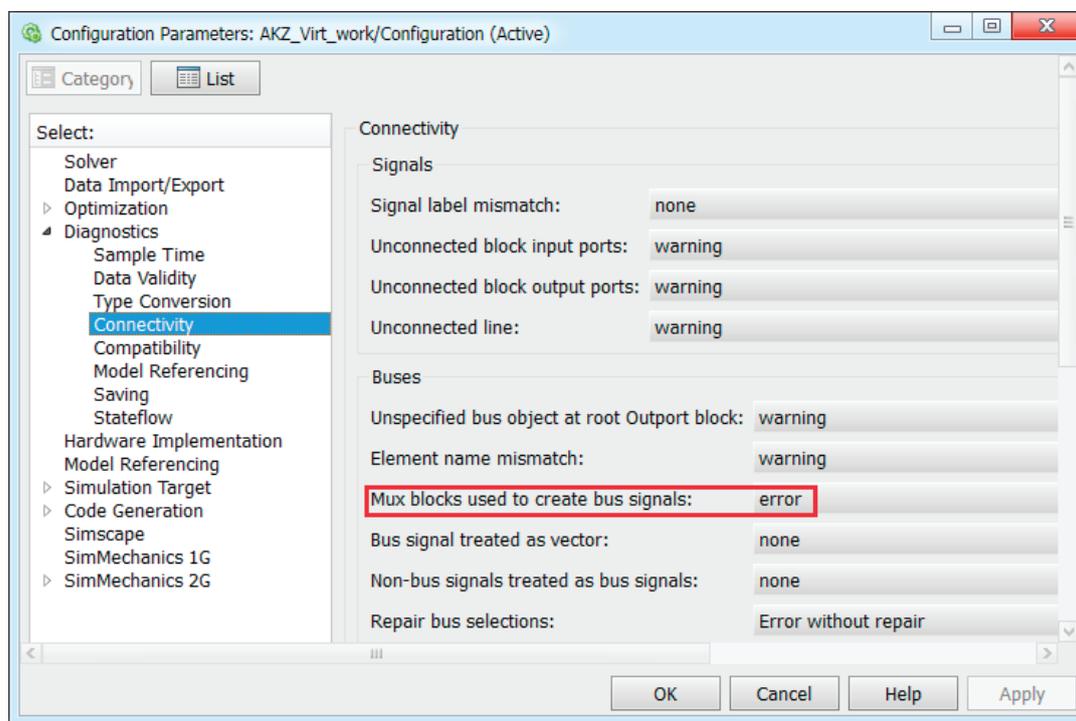


Рис. 16. Окно параметров модели

Литература:

1. Simscape Power Systems Examples [Электронный ресурс] // MathWorks. — Режим доступа: www.mathworks.com/help/physmod/sps/examples.html.
2. Герман-Галкин, С. Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. — СПб.: КОРОНА-Век, 2008. — 368 с.
3. Герман-Галкин, С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. — СПб.: КОРОНА принт, 2007. — 320 с.
4. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. — М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. — 288 с.
5. Терёхин, В. Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1): учебное пособие / В. Б. Терёхин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 292 с.

Анализ лопастей турбины ГТД из карбида титана в пакете Ansys

Илясов Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор;
 Ашканов Артур Витальевич, аспирант;
 Попова Инна Григорьевна, старший преподаватель
 Донской государственный технический университет

Исследуется серийно используемый ГТД GE J85, производится анализ и проведение последней ступени газотурбинного двигателя на статическую прочность. Описаны и проиллюстрированы основные этапы.

Ключевые слова: карбид титана, растяжение лопаток турбин ГТД, Ansys Workbench, метод аддитивных технологий

The article Investigates commercially used GTE GE J85, the analysis and holding of the last stage of a gas turbine engine static strength. Described and illustrated the basic steps.

Физические параметры последней ступени одноконтурного ГТД оказывают решающее влияние на выбор используемого материала для их изготовления. Изготовление последней ступени является сильно затратным процессом ввиду сложности технологии и обязательно высокого уровня квалификации исполнителей. Эту проблему можно решить с помощью методов быстрого прототипирования, когда деталь будет постепенно «печататься» по готовой CAD модели в герметичной камере. Детали, уже полученные данным способом [1], показывают характеристики выше, чем у полученных литьем, но меньше чем кованием. Для исследования последней ступени заменим используемый в данный момент титановый сплав BT-5 на карбид титана TiC.

Использование нового материала позволяет использовать более высокие нагрузки на последние ступени ГТД,

в связи с большей твердостью, прочностью и температурой плавления, что позволит при более малых размерах двигателя выдерживать более высокие нагрузки. Основными путями модернизации следует выбрать замену изготовления двигателя из субтрактивных методов в аддитивные. Для этого примем, что детали, требующие долгого изготовления на высокоточных станках, будут изготовлены на 3д принтере, использующем фемтосекундное лазерное излучение. В качестве примера рассмотрим изготовление и анализ лопастей турбины 3 контура как самых нагруженных элементов ГТД.

Для исследования выберем широко распространенный и прекрасно себя зарекомендовавший на протяжении длительного времени ГТД General Electric J85. Он используется как на реактивных самолета гражданского, так и военного назначения.

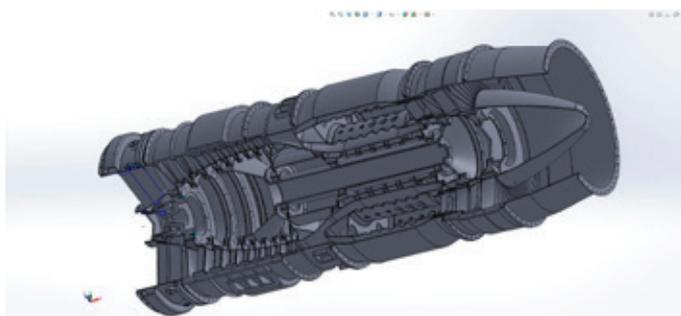


Рис. 1. Модель ГТД General Electric J85 в разрезе

При работе газотурбинного двигателя на рабочие лопатки действуют статические, динамические и температурные нагрузки. К ним относятся центробежные силы масс лопаток, которые появляются при вращении ротора, и газовые силы, возникающие при обтекании газом профиля пера лопатки и в связи с наличием разности давления газа перед и за лопаткой. Центробежные силы вызывают в пере лопатки деформации растяжения, изгиба и кручения, газовые силы — деформации изгиба и кручения.

При расчете пера лопатки компрессора или турбины с учетом центробежных сил на статическую прочность (рис.2) принимают следующие допущения:

- лопатку рассматривают как консольную балку, жестко заделанную в ободе диска;
- напряжения определяют по каждому виду деформации отдельно, а затем алгебраически суммируют (для сильно закрученных лопаток это допущение является не совсем корректным);
- температуру в каждом рассматриваемом сечении пера лопатки считают одинаковой, т.е. температурные напряжения в сечениях отсутствуют;

- лопатку считают жесткой, деформацией (отклонением от оси пера под действием сил и моментов) пренебрегают;
- предполагают, что деформации лопатки протекают в упругой зоне, то есть напряжения в пере лопатки не превышают предела пропорциональности;
- температура лопатки турбины изменяется только по длине пера, рост температуры приводит к снижению механических свойств материала.

Процесс определения напряжений в лопатке Ansys-Workbench:

Определение растягивающих напряжений.

Структурная схема расчета растягивающих напряжений (рис. 3) состоит из одного блока Static structural. В этот блок загружаются следующие данные:

1. В «Engineering data» вводятся данные о материале лопатки (плотность, модуль упругости, коэффициент Пуассона и др.).
2. В пункт «Geometry» вводятся твердотельная модель лопатки, которая была построена в пакете SolidWorks, а в пункт «Model» импортируется конечноэлементная сетка, построенная в пакете ICEM CFD из 22901 элементов что удовлетворяет качественным условиям расчета;

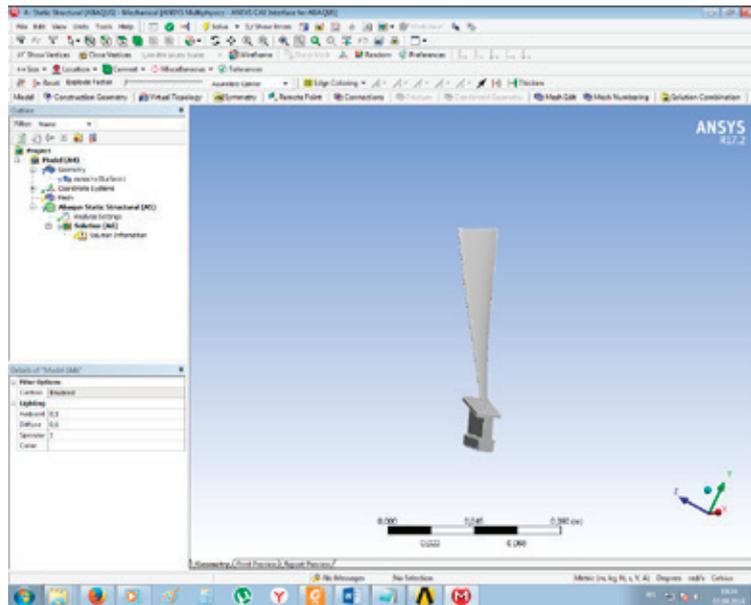


Рис. 2. Лопать последней ступени ГТД

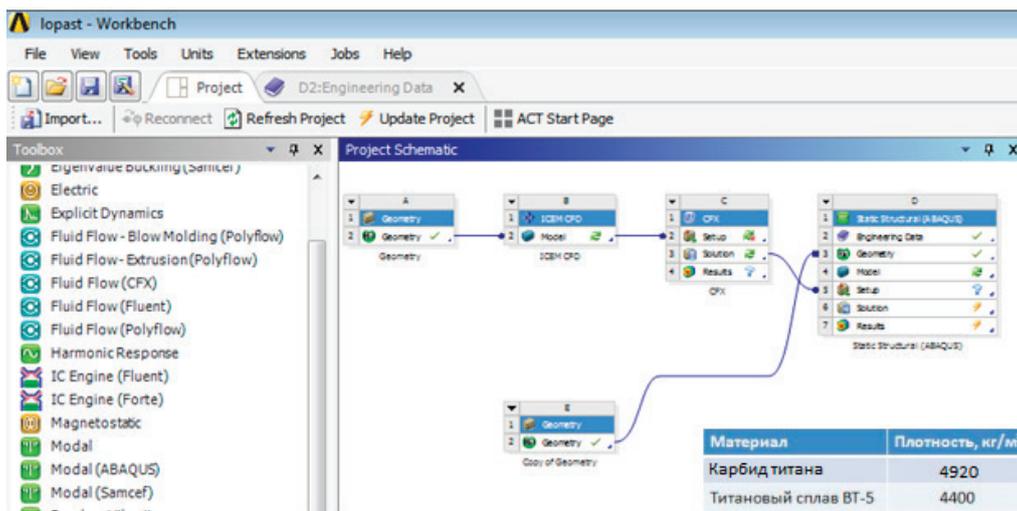


Рис. 3. Структурная схема модели расчета лопасти

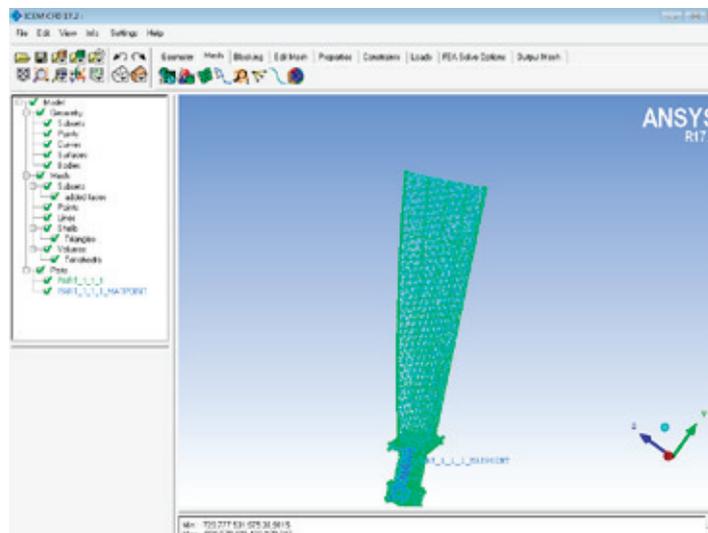


Рис. 4. Конечно элементная модель лопасти

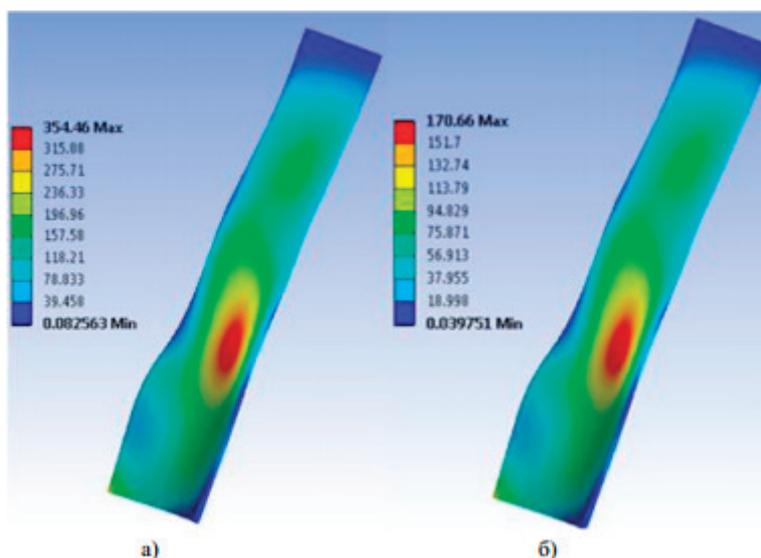


Рис. 5. Распределение растягивающих напряжений в (а) титановой Vt-5 и (б) TiC

4. «Setup» содержит режимные параметры задачи обтекания и определение напряжений: модель турбулентности, данные о среде обтекания, граничные условия, прикладываемые силы давления в турбине и т.д. по формулам [2][3][4].

5. После введения данных во все вышеперечисленные пункты вычисляются растягивающие напряжения в лопатке (рис. 5).

В ходе работы была построена конечно-элементная модель из элементов — 22901 — что удовлетворяет качественным условиям расчета.

По предварительным расчетам на растягивающие напряжения применение карбида титана позволяет использовать их в качестве материала для последней ступени ГТД, а также было выяснено, что использование данных материалов повышает коэффициент запаса прочности как минимум в два раза.

2 этап. Определение изгибающих напряжений.

По предварительным расчетам, вычисление изгибающих напряжений требует проведения газодинамического расчета, который здесь проводится с использова-

нием расчетной программы Fluent путем интегрирования усредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса с использованием модели турбулентности k-ε Realizable. Моделирование течения влажного пара осуществляется моделью многофазности Wet steam.

В результате сложения напряжений от изгиба и растяжения получается результирующее распределение напряжений в лопатке. Однако данные вычисления должны проводиться с учетом анализа полной модели ГТД и полученных данных о внутренних состояниях агрегата: поступающее давление, режимы форсажной работы, зависимость от используемого топлива или температуры и многое другое.

По предварительным данным касательно получившихся значений можно сделать вывод, что применение пакета Ansys Workbench вместе с пакетами TurboMesh и Icem CFD для построения сетки конечных элементов и пакета Fluent для газодинамических расчетов позволяет упрощать и формализовать трудоемкие вычисления при определении статических и динамических напряжений в рабочих лопатках, а также позволяет рассчитывать аэродинамические силы.

Литература:

1. Перспективы использования 3D-Печати в авиационной промышленности. Зайтдинов А. М., Александров Ю. Б. Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева.
2. Богомолова, Т. В., Мельников О. В. Применение ANSYS-FLUENT для прочностных расчетов рабочих лопаток последних ступеней турбин // Московский энергетический институт (национальный исследовательский университет). Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 66
3. Богомолова, Т. В. Последние ступени паровых турбин: учебное пособие. М.: Издательство МЭИ, 2008. 68 с.
4. Костюк, А. Г. Динамика и прочность турбомашин. 3-е изд. М.: Издательство МЭИ, 2007. 476 с.

Определение потенциальной энергии частицы по известной линейной энергетической зависимости периода ее финитного движения в потенциальной яме

Кочкин Сергей Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент;
Островский Василий Валентинович, студент
Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова

В данной работе на основе закона сохранения энергии и решения соответствующего интегрального уравнения получено точное выражение для потенциальной энергии частицы по заданной зависимости периода финитного движения частицы от ее полной механической энергии, взятой в линейном приближении. Также проведено сравнение результата с известной потенциальной энергией в случае гармонических колебаний частицы.

Ключевые слова: одномерное финитное движение, зависимость периода от энергии, интегральное уравнение Абеля, гармонические колебания

Во многих теоретических и прикладных задачах классической механики [1], а также других разделов физики [2], включая теорию колебаний атомно-молекулярных систем, возникает необходимость определения зависимости периода или частоты колебаний от полной энергии той или иной частицы, совершающей подобное финитное движение в известном потенциальном поле. Однако нередко требуется знать решение обратной задачи — задачи о нахождении заранее неизвестной потенциальной энергии частицы, совершающей финитное движение в некотором — зачастую достаточно сложном — внешнем поле, по известной (либо из экспериментальных данных, либо из каких-либо иных теоретических предположений или оснований) зависимости периода или частоты такого движения от полной механической энергии частицы.

В общем виде для произвольной энергетической зависимости периода такая обратная задача не имеет готового решения, однако его можно получить в определенных частных случаях. В настоящей работе, на основе методики расчета, предложенной нами ранее в [3] в относительно простом случае, найдено точное решение более сложной задачи при нулевом и первом приближениях в разложении энергетической зависимости периода частицы в степенной ряд.

Рассмотрим частицу массой m , которая может совершать финитное движение в симметричной потенциальной яме с потенциальной энергией $U(x)$ и с полной механической энергией E ($E > 0$). То есть будем предполагать, что $U(x)$ — монотонно возрастающая при $x > 0$ функция, график которой симметричен относительно оси ординат, причем $U(0) = 0$. Тогда, предполагая отсутствие диссипативных сил, в силу закона сохранения энергии будем иметь

$$\frac{m\dot{x}^2}{2} + U(x) = E.$$

Проинтегрируем это уравнение, разделяя переменные, в результате получим выражение, связывающее период

финитного движения $T(E)$ и потенциальную энергию $U(x)$ частицы в виде

$$T(E) = 2\sqrt{2m} \int_0^{x_0(E)} \frac{dx}{\sqrt{E - U(x)}}, \quad (1)$$

где $x_0(E)$ — точка возврата, являющаяся корнем уравнения $U(x_0) = E$.

Перейдем под интегралом в (1) к новой переменной интегрирования U . Для этого сначала выразим из $U = U(x)$ обратную функцию $x = x(U)$, $x > 0$ (т.е. будем рассматривать только положительную полуось x в силу симметричности графика функции $U(x)$). Вычислив дифференциал этой функции в виде $dx = x'(U)dU$, введя обозначение $f(U) = x'(U)$ и пересчитав пределы интегрирования, получим выражение, связывающее период финитного движения $T(E)$ и функцию $f(U)$:

$$T(E) = 2\sqrt{2m} \int_0^E \frac{f(U)dU}{\sqrt{E - U}}. \quad (2)$$

В таком виде выражение (2) представляет собой интегральное уравнение Абеля [4] относительно неизвестной функции $f(U)$, если считать, что $T(E)$ — заданная функция. Это означает, что если мы решим интегральное уравнение (2) и найдем функцию $f(U)$, то затем найдем и искомую потенциальную энергию $U(x)$ из решения задачи Коши для следующего дифференциального уравнения

$$U'(x) = \frac{1}{f(U)}, \quad U(0) = 0. \quad (3)$$

Решение интегрального уравнения Абеля (2) как частного случая интегрального уравнения Вольтерра первого рода можно находить разными методами, однако проще его найти так, как описано в [4], в результате получим решение в следующем виде:

$$f(U) = \frac{1}{2\pi\sqrt{2m}} \frac{d}{dU} \left(\int_0^U \frac{T(E)dE}{\sqrt{U - E}} \right). \quad (4)$$

Далее будем считать, что известна степенная зависимость периода финитного движения частицы от ее полной энергии $T(E)$, которую представим в следующем виде

$$T(E) = T_0 + \gamma E^n, \quad (5)$$

где T_0 и γ — постоянные числа.

Вычисляя интеграл в (4) с учетом (5) и затем дифференцируя по U , получим функцию $f(U)$ в следующем виде

$$f(U) = \frac{1}{2\pi\sqrt{2mU}} \left(T_0 + \frac{\sqrt{\pi}\gamma\Gamma(n+1)}{\Gamma(n+1/2)} U^n \right), \quad (6)$$

где $\Gamma(n)$ — гамма-функция [5].

Наконец, подставляя найденную функцию $f(U)$ в дифференциальное уравнение (3) и решая его при указанном начальном условии, приходим к следующему уравнению относительно неизвестной потенциальной энергии частицы:

$$U^{n+1/2} + aU^{1/2} - bx = 0, \quad (7)$$

где для краткости введены следующие обозначения:

$$a = \frac{2T_0\Gamma(n+3/2)}{\sqrt{\pi}\gamma\Gamma(n+1)}, \quad b = \frac{2\sqrt{2\pi m}\Gamma(n+3/2)}{\gamma\Gamma(n+1)}.$$

Очевидно, что для любого возможного n уравнение (7) не имеет решения в явном виде. Анализ этого уравнения показал, что можно найти точное решение только в некоторых частных случаях, например, при $n = 1/2$. Мы далее рассмотрим его решение при $n = 1$, таким образом, будем искать потенциальную энергию частицы при заданной зависимости периода финитного движения частицы от ее полной энергии в линейном приближении:

$$T(E) = T_0 + \gamma E. \quad (8)$$

В результате при $n = 1$ приходим к кубическому уравнению канонического вида

$$y^3 + ay - bx = 0,$$

где для удобства введена новая переменная $y = U^{1/2}$.

Воспользовавшись формулой Кардано [6] для решения подобных уравнений, в результате получим точное вещественное решение для потенциальной энергии частицы при известной линейной зависимости периода ее движения от полной энергии в виде

$$U(x) = \left(\sqrt[3]{\alpha x + \beta(x)} - \sqrt[3]{\beta(x) - \alpha x} \right)^2, \quad (9)$$

где для краткости введены следующие обозначения:

$$\alpha = \frac{3\pi\sqrt{2m}}{4\gamma}, \quad \beta(x) = \sqrt{\alpha^2 x^2 + \left(\frac{T_0}{2\gamma} \right)^3}.$$

Легко проверить, что функция (9) является возрастающей при $x > 0$ и удовлетворяет условию $U(0) = 0$.

Отметим также, что в нулевом приближении $T(E) = T_0$, т.е. когда период финитного движения частицы не зависит от ее энергии, из формулы (6) следует более простое выражение для функции $f(U)$:

$$f(U) = \frac{T_0}{2\pi\sqrt{2mU}}.$$

Тогда решая задачу Коши (3) с найденной функцией $f(U)$, в этом случае получим потенциальную энергию частицы в виде

$$U(x) = \frac{kx^2}{2}, \quad (10)$$

где

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T_0^2}.$$

Таким образом, получили известный вид потенциальной энергии частицы в случае ее гармонических колебаний с периодом T_0 , при которых он, как известно, не зависит от энергии частицы [7]. При этом k имеет смысл коэффициента квазиупругой силы, действующей на частицу.

Тот же результат (10) можно получить и из формулы (9) при условии малых отклонений частицы от положения устойчивого равновесия, т.е. при разложении полученной зависимости потенциальной энергии (9) в ряд при малых x , ограничиваясь лишь квадратичным членом разложения.

В заключение заметим, что учет квадратичного члена, наряду с линейным, в разложении энергетической зависимости периода движения частицы (8) приводит к алгебраическому уравнению пятой степени, которое, согласно теореме Абеля [6], уже неразрешимо явно в радикалах, поэтому решение поставленной задачи в таком случае возможно лишь численными методами.

Литература:

1. Кузнецов, А. П., Кузнецов С. П., Рыскин Н. М. Нелинейные колебания. — М., 2002. — 292 с.
2. Заславский, Г. М., Сагдеев Р. З. Введение в нелинейную физику. От маятника до турбулентности и хаоса. — М., 1988. — 368 с.
3. Кочкин, С. А., Розевика А. А. Задача о нахождении потенциальной энергии классической частицы по известной степенной зависимости периода ее финитного движения от полной энергии // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2016. — № 8 (1). — с. 23–26.
4. Краснов, М. Л., Киселев А. И., Макаренко Г. И. Интегральные уравнения. Задачи и примеры с подробными решениями. — М., 2016. — 192 с.
5. Абрамовиц, М., Стиган И. Справочник по специальным функциям. — М., 1979. — 832 с.

- Алексеев, В. Б. Теорема Абеля в задачах и решениях. — М., 2001. — 192 с.
- Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т. 1. Механика. — М., 2005. — 560 с.

Исследование микроструктуры и фазового состава полупроводниковых пленок ZnO-Cu (Fe), полученных золь-гель методом

Якушова Надежда Дмитриевна, аспирант;
Пронин Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет

Тонкие пленки на основе полупроводниковых оксидов широко применяются для создания газовых сенсоров, фотокатализаторов, прозрачных проводящих покрытий, пьезоэлементов, биосенсоров и др. [1–6]. Для их синтеза в последнее время широко используются недорогие химические методы, например, золь-гель технология, позволяющая гибко управлять структурой и свойствами получаемых покрытий за счет изменения условий синтеза [7–9]. При использовании золь-гель технологии нанесение пленок на подложку возможно двумя основными методами: центрифугирование (*spin-coating*) и погружение в золь (*dip-coating*) [10].

Целью данной работы являлось исследование микроструктуры и фазового состава пленок на основе оксида цинка, легированного катионами металлов (Fe, Cu), при различных условиях синтеза.

В качестве прекурсоров для синтеза пленкообразующих золь использовались следующие реагенты: дигидрат ацетата цинка $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 2-метоксиэтанол $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 2-аминоэтанол $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, нонагидрат нитрата железа $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, моногидрат ацетата меди $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} \cdot \text{H}_2\text{O}$ — производство Sigma-Aldrich®, США. В качестве подложек использовался керамический материал Rubalit®710 (99,6% Al_2O_3) раз-

мером 20 мм × 10 мм × 0,63 мм — производство SegamTec, Германия.

Все слои получены методом погружения в золь (*dip-coating*). При формировании нижнего слоя чистого ZnO подложка погружалась на длину в золь и высушивалась при 80°C в течение 30 минут. Этот этап повторялся три раза для формирования необходимой толщины пленки. В дальнейшем производился отжиг полученной структуры при температуре 500°C в течение 60 минут. Формирование верхней пленки состава ZnO-Me проводилось аналогичным методом, причем погружение подложки в золь происходило с другой стороны, слои формировались тремя погружениями.

Рельеф поверхности пленок был исследован методом атомно-силовой микроскопии. На рисунке 1 представлена морфология поверхности пленки чистого ZnO.

На рисунке 2 представлены изображения микроструктуры поверхности образцов ZnO-Fe и ZnO-Cu.

Анализ морфологии показывает, что поверхность пленок представлена трехмерными ветвями. Все ветви состоят из нанокристаллитов, которые образуются в процессе созревания золя и имеют фрактальную природу. По результатам атомно-силовой микроскопии можно сделать вывод, что на ранних этапах созревания золь формиру-

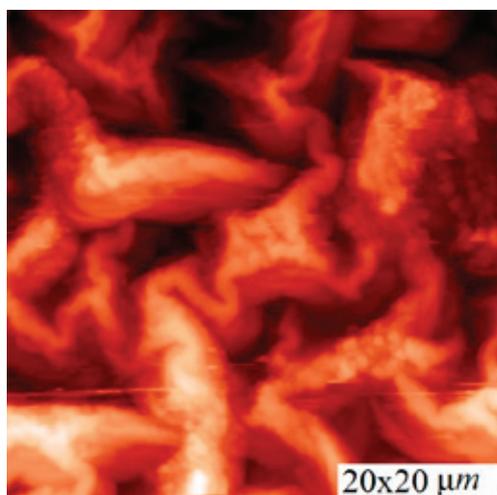


Рис. 1. АСМ-изображение поверхности пленок ZnO

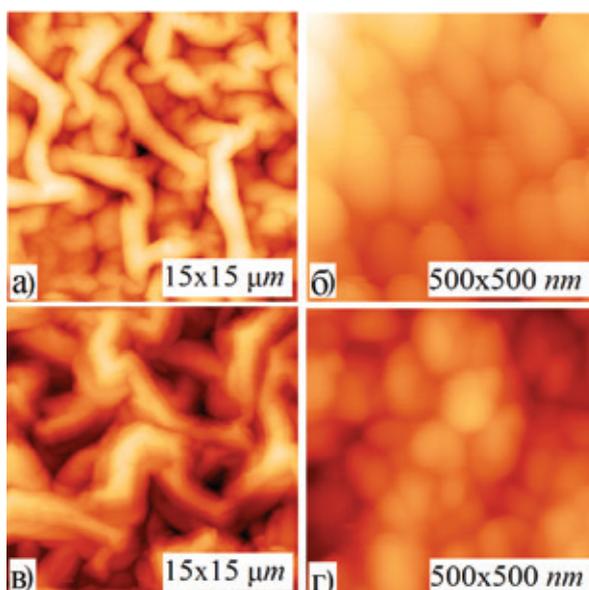


Рис. 2. АСМ изображения поверхности плёнок ZnO-Me:
а), б) — ZnO-Cu, 3 погружения; в), г) — ZnO-Fe, 3 погружения

ются квазисферические фрактальные агрегаты, которые, объединяясь, формируют перколяционные ветви [11].

В таблице 1 представлены результаты расчета шероховатости пленок.

Таблица 1. Шероховатость пленок (рассчитана как разность максимальной и минимальной высоты пленки на скане размером 30x30 мкм)

Образец	ZnO	ZnO: Fe, 3 погружения	ZnO: Cu, 3 погружения
Шероховатость, мкм	2,7	2,3	1,2

Из таблицы видно, что введение катионов металлов во всех случаях уменьшает шероховатость пленок.

Исследование фазового состава плёнок проводилось методом рентгеновского фазового анализа. На рисунке

3 показаны рентгенограммы чистых и легированных 3 ат.% Fe и 3 ат.% Cu пленок (концентрация модификаторов в золе), отожженных при 500°C в течение 60 минут.

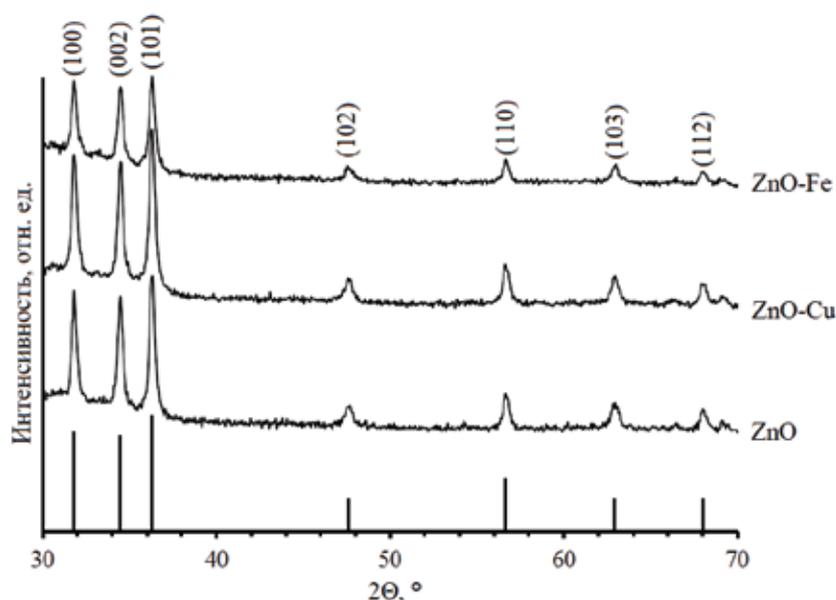


Рис. 3. Дифрактограммы образцов

Во всех образцах присутствует только вюрцитная фаза ZnO с рефлексами, соответствующими семействам плоскостей (100), (002), (101), (102), (110), (103), (112), никаких следов фаз FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄, CuO, Cu₂O, Cu, Fe не обнаружено. Это указывает на образование твердых растворов на основе оксида цинка [12].

Таким образом, исследование морфологии поверхности модифицированного оксида цинка показало, что поверхность пленок имеет разветвленную структуру. Ветви

состоят из квазисферических образований, сформированных на ранних стадиях золь-гель синтеза. При исследовании фазового состава во всех образцах была обнаружена только вюрцитная фаза оксида цинка со смещением рефлексов, что говорит об образовании твердого раствора на основе ZnO.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16–32–00053 мол_а, а также в рамках проекта У. М. Н.И.К. договор № 6831 ГУ2/2015.

Литература:

1. С. С. Карпова, В. А. Мошников, С. В. Мякин, Е. С. Коловангина Функциональный состав поверхности и сенсорные свойства ZnO, Fe₂O₃ и ZnFe₂O₄ // Физика и техника полупроводников. — 2013. — Т. 47, Вып. 3. — с. 369–372;
2. Пронин, И. А., Канева Н. В., Божинова А. С., Аверин И. А., Папазова К. И., Димитров Д. Ц., Мошников В. А. Фотокаталитическое окисление фармацевтических препаратов на тонких наноструктурированных пленках оксида цинка // Кинетика и катализ. — 2014. — Т. 55. — № 2. — с. 176–180;
3. I. A. Pronin, Extended Abstract of Candidate (Tech. Sci.) Dissertation (St. Petersburg, 2015);
4. Аверин, И. А., Мошников В. А., Димитров Д. Ц., Пронин И. А., Якушова Н. Д., Карманов А. А. Способ определения цитотоксичности наноматериалов на основе оксида цинка патент на изобретение RUS 2587630 13.04.2015
5. Dimitrov, D. Tz., Pronin I. A., Yakushova N. D., Kononova I. E., Kononov P. V., Georgieva A. Ts., Averin I. A., Moshnikov V. A. Investigation the ability of output multiplication of oxygen sensors based on junctions formed from pure and platinum embedded yttria-stabilized zirconia thin films // Bulgarian Journal of Physics. 2016 — Т. 43. — № 1. — с. 64–88.
6. Dimitrov, D. Tz., Krasteva L. K., Lutov L. G., Pronin I. A., Ivanova I. A., Kaneva N. V., Papazova K. I., Averin I. A., Vozhinova A. S., Yakushova N. D., Georgieva A. Ts., Moshnikov V. A. Experimental investigation and modeling of bio-sensitive properties of ZnO/ZnO: Fe junctions based on the nanostructured films produced by sol-gel technology. PART I. — 2016. — Т. 24. — № 2. — с. 77–91.
7. Аверин, И. А., Мошников В. А., Пронин И. А. Газочувствительность металлооксидных полупроводниковых пленок на основе материалов с отклонением от стехиометрии. Учебное пособие // Пенза, 2013.
8. Pronin, I. A., Averin I. A., Aleksandrova O. A., Moshnikov V. A. Modifying the selectivity and gas sensitivity of resistive adsorption sensors by targeted doping // Automation and Remote Control. — 2014. — Т. 75. — № 9. — с. 1702–1707.
9. Пронин, И. А., Якушова Н. Д., Карманов А. А., Кононова И. Е., Аверин И. А., Мошников В. А. Особенности золь-гель-фрактальных нанообъектов, полученных при дополнительной операции закалки золя ниже температуры замерзания // Нано- и микросистемная техника. — 2016. — Т. 18. — № 6. — с. 339–345;
10. Мошников, В. А., Таиров Ю. М., Хамова Т. В., Шилова О. А. Золь-гель технология микро- и нанокомпозитов: Учебное пособие. — СПб.: Лань, 2013. 294 с.;
11. Аверин, И. А., Карпова С. С., Мошников В. А., Никулин А. С., Печерская Р. М., Пронин И. А. Управляемый синтез тонких стекловидных пленок // Нано- и микросистемная техника. — 2011. — № 1. — С. 23–25;
12. Ba-Abbad, M. M., Kadhun A. A. H., Mohamad A. B., Takriff M. S., Sopian K. Visible light photocatalytic activity of Fe³⁺-doped ZnO nanoparticle prepared via sol-gel technique // Chemosphere. — 2013. — V. 91. — PP. 1604–1611.

ХИМИЯ

Еще раз о «французском парадоксе», или О пользе умеренного потребления виноградных вин

Аронбаев Дмитрий Маркиэлович, кандидат химических наук, доцент
Самаркандский государственный университет имени Алишера Навои (Узбекистан)

Федоров Федор Федорович, главный технолог-винодел
Акционерное общество «Самаркандский винкомбинат имени М. А. Ховренко» (Узбекистан)

Аронбаев Сергей Дмитриевич, старший научный сотрудник;
Пронина Ксения Валерьевна, студент;
Шертаева Азиза Абдувалиевна, студент
Самаркандский государственный университет имени Алишера Навои (Узбекистан)

В статье рассматриваются причины «французского парадокса», проявляющегося в снижении заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых патологий среди жителей средиземноморских стран, традиционно употребляющих умеренное количество виноградных вин, и связанных с присутствием в натуральных виноградных винах, особенно красных, сильных антиоксидантов полифенольного типа.

Ключевые слова: атеросклероз, сердечно-сосудистая патология, «французский парадокс», свободные радикалы, активные формы кислорода, антиоксиданты, флавоноиды, натуральные виноградные вина

*Вино — наш друг, но в нём живет коварство:
Пьешь много — яд, немного пьешь — лекарство.
Не причиняй себе излишнего вреда.
Пей в меру — и продлится жизни царство.*

Авиценна

Введение

В последние несколько десятилетий в научной и популярной литературе широко обсуждается, так называемый, «французский парадокс», проявляемый в феномене низкой заболеваемости и смертности французов и других жителей средиземноморских стран (Греция, Италия, Испания) от сердечно-сосудистых заболеваний.

Эпидемиологический анализ этого феномена показывает, что потребление продуктов с высоким содержанием флавоноидов в разных популяционных группах коррелирует со снижением сердечно-сосудистых патологий [1,2,3].

Клатски А.Л. (Klatsky A.L.et.all, 1974) [4], а затем Легер А.С. (Leger A.S., 1979) [5] отмечают такую закономерность: употребление алкогольных напитков снижает вероятность развития инфаркта миокарда и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний. Последующие наблюдения показали, что, несмотря на потребление большого

количества животных жиров (сливочное масло, жирные сыры, свиное сало) и, как следствие, повышенный уровень холестерина в крови (главный фактор риска развития атеросклероза), у французов заболеваемость и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний значительно ниже, чем у жителей других европейских стран и Северной Америки. Так, эксперты Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) отмечают, что от ишемической болезни сердца во Франции погибает на 36% мужчин меньше, чем в США, и на 39% — чем в Великобритании [6]. Следует также отметить, что и курят французы больше по сравнению с американцами и англичанами.

Одним из объяснений этого «парадокса» является регулярное употребление французами виноградных вин, содержащих много полифенольных соединений, составляющих широкий класс растительных флавоноидов. При этом алкоголь не является определяющим фактором, так как данный феномен не наблюдается при потреблении других спиртных напитков: пива, водки или виски. Вы-

явленная закономерность также не определяется географическим местоположением стран: так, проведённые в Дании исследования показали, что независимо от возраста и социального статуса у людей, пьющих 3–5 бокалов вина в день, на 50% снижен риск смерти от коронарной болезни сердца [7]. В то же время многими исследователями отмечается, что чрезмерное употребление вина снижает позитивный эффект от потребления его небольшого количества, и лица, страдающие выраженным алкоголизмом, больше подвергнуты риску инфаркта или инсульта, чем абсолютные трезвенники.

Цель настоящей работы заключается в комментировании «французского парадокса» с точки зрения биохимического воздействия антиоксидантов полифенольного типа на организм.

Обсуждение и комментарии

Обращение к истории показывает, что человечество с незапамятных времен (почти 6000 лет) использует вино в качестве пищевого продукта, а его лекарственные свойства отмечали еще Абу Али ибн Сина (Авиценна 987–1037 гг.) и Парацельс (1493–1541 гг.).

В странах Западной Европы на протяжении XVIII–XIX веков и в России в конце XIX — начале XX веков вино часто применялось в терапевтических целях в клиниках.

Интерес к вину как лечебному средству несколько угас в связи с научно-техническими достижениями фармацевтической науки, появлением большого количества высокоэффективных лекарственных средств узконаправленного действия, а также «... осознанием сложности и масштабности проблем, порождаемых употреблением алкоголя» [8].

Последние годы характеризуются реабилитацией и легализацией методов и средств народной медицины, это относится и к энотерапии (лечение вином).

Следует напомнить, что в клетках печени и нейронах этиловый спирт индуцирует синтез цитохрома P450–2E1 монооксигеназа, а также активирует ксантинооксидазу и NO-синтазу, продуцирующие АФК (активные формы кислорода), в результате чего наблюдается усиление свободнорадикальных процессов [9].

Экспериментально установлено, что в красном виноградном вине содержится 0,8–1,2 г/л ароматических соединений, при этом концентрация полифенолов может превышать 10 мМ [10, 11]. Ярко красный, рубиновый цвет бургундского и других красных виноградных вин определяется содержанием флавоновых соединений, главным образом, катехина, эпикатехина, проантоцианидинов (полимеризованных антоцианидинов) [12, 13]

В таблице 1 представлены основные фенольные соединения виноградных вин.

Из таблицы видно, что содержание флавоноидов в красных виноградных винах значительно выше, чем в белых. В виноградном соке их концентрация также в 2

раза меньше, чем в красном вине [15]. Ароматические кислоты бензойного и коричневого рядов (пара-оксибензойная, протокатехиновая, ванилиновая, галловая, сиреневая, салициловая и др. др.) типичны, прежде всего, для красных вин (50–100 мг/л), в белых винах их гораздо меньше (1–5 мг/л). По антиоксидантной активности, выраженной в микромолярном эквиваленте тролокса, 1 стакан (150 мл) красного вина эквивалентен 12 стаканам белого вина, или 2 чашкам чая, или 500 г лука, или 550 г баклажанов, или 3,5 стакана черносмородинового сока, или 3,5 стакана пива, или 7 стаканам апельсинового сока, или 20 стаканам яблочного сока [16].

Сравнение в разных экспериментальных системах антирадикальной активности различных сортов красных и белых вин, показало, что для красных вин она в среднем в 15 раз выше, чем для белых, при этом хорошо коррелируя с общим содержанием фенолов ($r = 0,935$ для красных и $r = 0,907$ для белых вин), а также концентрацией флавоноидов ($r = 0,866$) [17].

Источником появления флавоноидов (антоцианидинов и катехинов), а также стильбенов (ресвератрол и его производные) при производстве виноградных вин могут выступать микроорганизмы *Vitis vinifera* [18]. При этом остается неясным, насколько схожи по структуре и составу полифенольные соединения, образующиеся при созревании вина (процесс может длиться месяцы и даже годы), тем соединениям, которые выявляются в свежих соках и фруктах [19].

Исследования на добровольцах показали, что приём 100 мл красного вина повышает содержание полифенолов в плазме крови до 2–5 мкг/мл, при этом в желудке и тонком кишечнике всасывается около 5% фенольных соединений, наличие этанола повышает растворимость флавоноидов и усиливает их адсорбцию [20, 21].

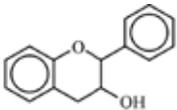
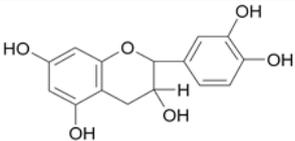
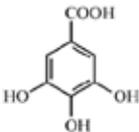
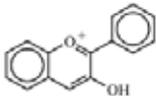
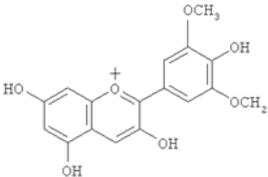
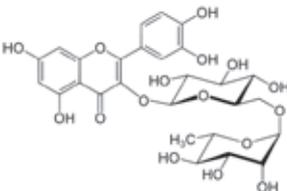
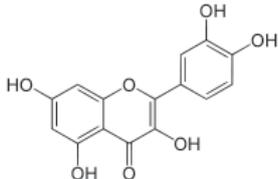
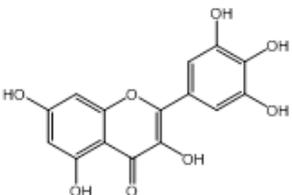
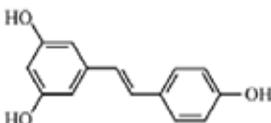
В экспериментах *ex vivo* было показано, что антиоксидантная активность плазмы крови человека и устойчивость липопротеинов к окислению повышаются в первые 2 часа после потребления 100–300 мл красного вина, что служит доказательством эффективной абсорбции полифенолов в кишечнике и их антиоксидантного действия в организме [20, 22].

Сравнение эффективности повышения антиоксидантной активности плазмы после приема красного и белого виноградных вин свидетельствует о явном преимуществе красных вин [23]. Виноградный сок подобного действия не оказывал, из чего можно сделать вывод, что полифенолы виноградного сока хуже усваиваются организмом человека, чем полифенолы красного вина [22].

Фенольные соединения, в том числе флавоноиды, выделенные из красного вина и других виноградных напитков, *in vitro* ингибировали Cu-индуцированное окисление липопротеинов низкой плотности (ЛНП) [24, 25, 26] и агрегацию тромбоцитов [27, 28].

Противотромбоцитарный эффект красного вина показан в экспериментах на собаках [29]. У кроликов, содержащихся на гиперхолестеринном рационе, красное

Таблица 1. Основные фенольные соединения виноградных вин

Флавоноиды	Структурная формула	Концентрация (мг/л) в красном вине [14]	Концентрация (мг/л) в белом вине [14]
Катехин		191	35
Эпикатехин		82	21
Галловая кислота		95	7
Цианидин		3	0
Мальвидин-3-гликозид		24	1
Рутин		9	0
Кверцетин		8	0
Мирицетин		9	0
Ресвератрол		1,5	0

вино значительно эффективнее ингибировало формирование атеросклеротических бляшек по сравнению с другими алкогольными напитками (пиво, белое вино) [30]. Кверцетин и катехин, присутствующие в красных винах, в концентрациях 1–25 мкМ защищали нейрональные

клетки гиппокампа крыс от гибели, индуцированной донорами NO-радикалов (нитропруссид натрия и 3-морфолинозидонимин) [31]. Полифенолы из винограда также ингибировали гибель нейронов под действием окисленными липопroteинами [32]. Простые (200–400 Да) и по-

лимеризированные (1,6–2 кДа) фенольные соединения, выделенные из красных вин, в концентрациях 1–100 мкг/мл дозозависимо снижали включение 3Н-тимидина и подавляли пролиферацию гладкомышечных клеток из аорт крыс и человека, в значительно меньшей степени и только в высоких концентрациях. 30–100 мкг/мл [21]. Антипролиферативное действие фенолов может реализовываться через ингибирование гена циклина А, играющего важную роль в репликации ДНК.

В другом исследовании была выявлена прямая корреляция антипролиферативного действия полифенолов красных вин с ингибированием индуцибельной NO-синтазы в раковых клетках простаты человека [33]. Кроме того, в работе [34] обнаружено, что прединкубация гладкомышечных клеток сосудов с красным (но не белым) вином в физиологически значимых концентрациях угнетает связывание ими лиганда с рецептором тромбоцитарного фактора роста — β и тем самым — последующие события, ведущие к размножению и миграции клеток.

Проведенные на добровольцах исследования, показали, что ежедневное потребление красного или белого вина в течение 15 дней повышает содержание липопротеинов высокой плотности, обладающих антиатерогенным действием, и снижает агрегацию тромбоцитов *ex vivo* [35]. Несмотря на то, что ежедневный приём 240 мл красного вина в течение 30 дней приводил к снижению содержания витамина Е в сыворотке (на 15% при жирной диете и 26% при средиземноморской диете), общая антиоксидантная активность плазмы возрастала: окислительное повреждение ДНК (определялось по содержанию 8-гидрокси-2-дезоксигуанозина) в лейкоцитах крови снижается в среднем на 50% [36]. В этом же исследовании было показано, что жирная диета приводит к снижению эндотелий-регулируемого кровотока, однако потребление вина восстанавливало регуляторную эффективность эндотелия. В первые 1–3 часа после приёма 300 мл вина

повышалась защитная эффективность плазмы крови в отношении повреждающего действия H_2O_2 на ДНК лимфоцитов; интересно отметить, что красное и белое вино одинаково повышали защитные свойства плазмы [37].

Развитие окислительного стресса и повреждение сосудов являются важными элементами развития слабоумия. Анализ показывает, что регулярное потребление красного вина оказывает защитное действие в отношении развития старческого слабоумия [38]. По-видимому, такой эффект красных вин определяется наличием флавоноидов, так как эпидемиологические исследования также выявляют обратную корреляцию между поступлением флавоноидов и риском возникновения сенильной деменции (старческого слабоумия) [39].

Таким образом, проведенные исследования доказывают пользу красных виноградных вин и позволяют прийти к определенным выводам.

Выводы

1. Причина «французского парадокса» может быть объяснена с точки зрения антиоксидантной способности веществ полифенолового ряда, присутствующих в натуральных виноградных винах.

2. Красные виноградные вина, содержащие по сравнению с белыми винами большее количество антиоксидантов флавоноидов, могут быть рекомендованы в качестве средства народной медицины — эноterapiи (лечения вином) в умеренных количествах.

3. При рассмотрении «французского парадокса» остаётся открытым вопрос, почему регулярный приём виноградных вин снижает смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, но не сказывается на общей продолжительности жизни и смертности при многих других патологиях, течение которых сопровождается развитием окислительного стресса.

Литература:

1. Hertog, M. G. L., Feskens E. J. M., Hollman P. C. H., et al. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The Zutphen elderly study // *Lancet*. — 1993. — Vol. 342. — P. 1007–1011.
2. Knekt, P., Jarvinen R., Reunanen A., Marnett J. Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: Cohort study // *Br. Med. J* — 1996 — Vol. 312 — P. 478–481.
3. Vinson, J. A. Flavonoids in foods as in vitro and in vivo antioxidants // *Adv. Exp. Med. Biol.* — 1998. — Vol. 439. — P. 151–164.
4. Klatsky, A. L., Friedman G. D., Siegel A. B. Alcohol consumption before myocardial infarction. Results from the Kaiser-Permanente epidemiologic study of myocardial infarction // *Ann. Intern. Med.* — 1974. — Vol. 81. — P. 294–301.
5. Leger, A. S., Cocliraii A. L., Moore F. Factors associated with cardiac mortality in developed countries with particular reference to the consumption of wine. // *Lancet* — 1979 — Vol. 1. — P. 1017–1020.
6. Renaud, S., Gueguen R. The French paradox and wine drinking // *Novartis Found Symp.* — 1998. — Vol. 216. — P. 208–217.
7. Gronbaek, M., Deis A., Sorensen T. I. A. et al. Mortality associated with moderate intake of wine, beer or spirits // *Brit. Med. J* — 1995 — Vol. 310 — P. 1165–1169.
8. Меньшикова, Е. Б., Ланкин В. З., Кандалицева Н. В. Фенольные антиоксиданты в биологии и медицине // LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken, Deutschland / Германия. 2015. — 488 p.

9. Haorah, J., Ramirez S.H., Floreani N. et al. Mechanism of alcohol-induced oxidative stress and neuronal injury. // *Free Radic. Biol. Med.* — 2008 — Vol. 45 — P. 1542–1550.
10. Soleas, G.J., Diamandis E.P., Goldberg D.M. Wine as a biological fluid: history, duction, and role in disease prevention // *J. Clin. Lab. Anal.* — 1999 — Vol. 11. — P. 287–313.
11. Wu, J. M., Wang Z. — R., Hsieh T. — C. et al. Mechanism of cardioprotection by resvera-trol, a phenolic antioxidant present in red wine // *Int. J. Mol. Med.* — 2001 — Vol. 8. — P. 3–17.
12. Das, D. K., Sato M., Ray P.S. et al. Cardioprotection of red wine: role of polyphenolic antioxidants // *Drugs Exp. Clin. Res.* — 1999 — Vol. 25 — P. 115–120.
13. Goldberg, D.M., Halm S.E., Parkes J.G. Beyond alcohol: beverage consumption cardiovascular mortality // *Clin. Chim. Acta* — 1995 — Vol. 237 — P. 155–187.
14. Rice-Evans, C. A., Miller N.J., Paganga G. Antioxidant properties of phenolic compounds // *Trends Plant Sci.* — 1997. — Vol. 2. — P. 152–159.
15. Constant, J. Alcohol, ischemic heart disease, and the French paradox. // *Coron. Artery Dis.* — 1997. — Vol. 8. — P. 645–649.
16. Pagaiiga, G., Miller N., Rice-Evans C. A. The polyphenolic content of fruit and vegetables and their antioxidant activities. What does a serving constitute? // *Free Radic. Res* — 1999. — Vol. 30 — P. 153–162.
17. De Beer D., Joubert E., Gelderblom W. C., Mailey M. Antioxidant activity of South African red and white cultivar wines: free radical scavenging // *J. Agric. Food Chem.* — 2003 — Vol. 51. — P. 902–909.
18. Fauconneau, B., Waffo-Teguo P., Huguët F. et al. Comparative study of radical scavenger and antioxidant properties of phenolic compounds from *Vitis vinifera* cell cultures using in vitro tests // *Life Sci.* — 1997. — Vol. 61. — P. 2103–2110.
19. Brouillard, R., George F., Fougerousse A. Polyphenols produced during red wine ageing // *Biofactors.* — 1997. — Vol. 6. — P. 403–410.
20. Duthie, G. G., Pedersen M. W., Gardner P. T. et al. The effect of whisky and wine consumption on total phenol content and antioxidant capacity of plasma from healthy volunteers // *Eur. J. Clin. Nutr.* — 1998. — Vol. 52. — P. 733–736.
21. Iijima, K., Yoshizumi M., Hashimoto M. et al. Red wine polyphenols inhibit proliferation of vascular smooth muscle cells and downregulate expression of cyclin A gene // *Circulation.* — 2000. — Vol. 101. — P. 805–811.
22. Miyagi, Y., Miwa K., Inoue H. Inhibition of human low-density lipoprotein oxidation by flavonoids in red wine and grape juice // *Am. J. Cardiol.* — 1997. — Vol. 80. — P. 1627–1631.
23. Whitehead, T. P., Robinson D., Allaway S. et al. Effect of red wine ingestion on the antioxidant capacity of serum *Clin. Chem* — 1995 — Vol. 41 — P. 32–35.
24. Abu-Amsha, R. Phenolic content of various beverages determines the extent of inhibition of human serum and low-density lipoprotein oxidation in vitro: identification and mechanism of action of some cinnamic acid derivatives from red wine // *Clin. Sci.* — 1996. — Vol. 91-p. 449–58.
25. Aviram, M., Fuhrman B. Polyphenolic flavonoids inhibit macrophage-mediated oxidation of LDL and attenuate atherosclerosis // *Atherosclerosis.* — 1998 — Vol. 137, Supp I — P. S45-S50.
26. Fraïikel, E. N., Kanner J., German J.B. et al. Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine // *Lancet* — 1993 — Vol. 341 — P. 454–457.
27. Brancato, R., Schiavone N., Siaiio S., et al. Prevention of corneal keratocyte apoptosis after argon fluoride excimer laser irradiation with the free radical scavenger ubiquinone Qm // *Eur. J. Ophthalmol.* — 2000. — Vol. 10. — P. 32–38.
28. Moskaug, J. O., Carlsen H., Myhrstad M., Blomhoff R. Molecular imaging of the biological effects of quercetin and quercetin-rich foods. // *Mech. Ageing Dev.* — 2004. — Vol. 125. — P. 315–324.
29. Deinrow, H. S., Jackson D., Folts J. D. French red wine but not white wine inhibits in vivo platelet activity and thrombosis in stenosed canine coronary arteries // *Thromb. Haemost.* — 1993. — Vol. 69 — P. 587.
30. Klurfield, D.M., Kritchevsky D. Differential effects of alcoholic beverages on experimental atherosclerosis in rabbits // *Exp. Mol. Pathol.* — 1981 — Vol. 34 — P. 62–71.
31. Bastianetto, S., Zheng W.H., Quirion R. Neuroprotective abilities of resveratrol and other red wine constituents against nitric oxide-related toxicity in cultured hippocampal neurons // *Brit. J. Pharmacol.* — 2000. — Vol. 131. — P. 711–720.
32. Schroeter, H., Williams R.J., Matin R. et al. Phenolic antioxidants attenuate neuronal cell death following uptake of oxidized low-density lipoprotein // *Free Radic. Biol. Med.* — 2000. — Vol. 29. — P. 1222–1233.
33. Kampa, M., Hatzoglou A., Notas G., et al. Wine antioxidant polyphenols inhibit the proliferation of human prostate cancer cell lines // *Nutr. Cancer* — 2000 — Vol. 37 — P. 223–233.
34. Rosenkranz, S., Knirel D., Dietrich H., et al. Inhibition of the PDGF receptor by red wine flavonoids provides a molecular explanation for the «French paradox» // *FASEB J.* — 2002. — Vol. 16 — P. 1958–1960.
35. Seigneur, M., Bonnet J., Dorian B. et al. Effect of consumption of alcohol, white wine, and red wine on platelet function and serum lipids // *J. Appl. Cardiol.* — 1990. — Vol. 5. — P. 215–222.

36. Leighton, F., Cuevas A., Guasch V. et al. Plasma polyphenols and antioxidants, oxidative DNA damage and endothelial function in a diet and wine intervention study in humans // *Drugs Exp. Clin. Res.* — 1999. — Vol. 25. — P. 131–141.
37. Fenech, M., Stockley C, Aitken C. Moderate wine consumption protects against hydrogen peroxide-induced DNA damage *Mutagenesis* — 1997 — Vol. 12. — P. 289–296.
38. Orgogozo, J. M., Dartigues J. F., Lafont S., et al. Wine consumption and dementia in the elderly: a prospective community study in the Bordeaux area // *Rev. Neurol.* — 1997. — Vol. 153. — P. 185–192.
39. Commenges, D., Scotet V., Renaud S., et al. Intake of flavonoids and risk of dementia // *Eur. J. Epidemiol.* — 2000. — Vol. 16. — P. 357–363.

Исследование размерных характеристик нанопорошков Co и Fe

Динь Ван Так, кандидат химических наук, преподаватель;

Ву Тхи Зуен, кандидат химических наук, преподаватель

Университет Дананга (Вьетнам)

В настоящее время активно исследуются методы синтеза веществ в наноразмерном состоянии и получения наноматериалов, особенности их строения и свойств, ведется поиск перспективных областей применения наноматериалов [1–3].

При синтезе и изучении нанопорошков основным вопросом является размер структурных составляющих получаемого материала [1]. Для определения размера одного и того же материала использовали различные методы, и каждый метод дан разный размер. Так, почему размеры одного и того же материала, определенные различными методами, зачастую сильно различаются? Почему необходимо использовать различные методы для определения размера одного и того же материала?

Цель настоящей работы — определение размеров нанопорошков Co и Fe методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), рентгеновской дифрактометрии (РФА) и низкотемпературной адсорбции азота. На основании полученных результатов будем отвечать на вопросы выше.

Экспериментальная часть

Нанопорошки Co и Fe получены методом химического диспергирования. Процесс синтеза порошков заключался в осаждении при комнатной температуре из растворов солей при постоянном pH соответствующих гидроксидов и их восстановлении водородом H_2 до металлического состояния при следующих температурах: Co (OH)₂ — 200, 300, 400 và 500°C, Fe (OH)₃ — 400, 450 và 500°C.

Измерение величины удельной поверхности ($S_{уд}$) нанопорошков проводили на анализаторе удельной поверхности и пористости SA3100 (фирма Coulter, USA) методом БЭТ по низкотемпературной адсорбции азота. При этом средний размер рассчитывали по формуле:

$$D_{авр} = \frac{6}{d \cdot S_{уд}}$$

где d — плотность материала; $S_{уд}$ — удельная поверхность нанопорошков.

Микрофотографии образцов получены на СЭМ JEOL-JSM-6610LV. По результатам измерения размеров частиц на микрофотографиях.

Фазовые и структурные исследования проводились при комнатной температуре на рентгеновском дифрактометре Simens D5000 с фокусировкой по Бреггу-Брентано на $CuK\alpha$ -излучении. Полученные дифрактограммы анализировали с использованием базы данных JCPDS. Размеры областей когерентного рассеяния (ОКР) образцов рассчитывали по формуле Шеррера [3–5].

В результате проведенных исследований получены следующие размерные характеристики: $D_{агр}$ — средний диаметр агрегатов, рассчитанный по данным измерения удельной поверхности; $D_{сэм}$ — средний диаметр частиц, рассчитанный по данным СЭМ; $D_{Шерр}$ — размер области когерентного рассеяния (ОКР), рассчитанный по Шеррера.

Обсуждение результатов

Размер нанопорошков кобальта.

Как показали результаты рентгенофазового анализа, образцы кобальта, полученные восстановлением в интервале температур 200–400°C, являются двухфазными: кобальт со структурой гексагональной плотноупакованной (ГПУ) и кобальт со структурой гранцентрированной кубической (ГЦК). При повышении температуры увеличивается количество Co со структурой ГЦК. Образцы, термообработанные при 500°C, являются однофазными и имеют структуру ГЦК (рис. 1).

На рис. 2 представлены СЭМ изображения порошков кобальта при различных температурах. Как видно из полученных данных, форма частиц материала близка к сферической. Во всех порошках, синтезированных при различных условиях, частицы собраны в пространственные пористые структуры. Каждая частица соединена с несколькими соседями контактными перешейками.

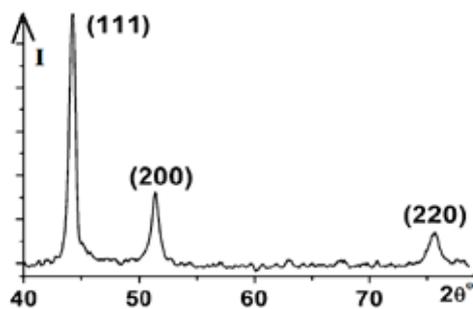


Рис. 1. Дифрактограмма образца кобальта (ГЦК) после отжига при 500°C

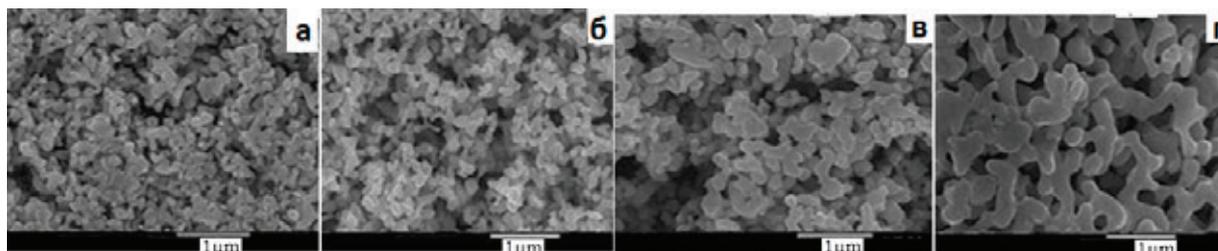


Рис. 2. СЭМ-изображения образцов кобальта, восстановленных при а) 200 °С; б) 300 °С; в) 400 °С; г) 500 °С

Размеры частиц, определенные по различным методам, представлены в табл. 1. Полученные результаты показывают, что $D_{агр}$ и $D_{СЭМ}$ приблизительно равны в интервале температур 200–400 °С. При 500°C $D_{агр}$ в 1,5

раза больше, чем $D_{СЭМ}$. При этом, размер частиц, рассчитанный по формуле Шеррера $D_{шерр}$ намного меньше, чем размер, определенный по остальным.

Таблица 1. Значения $S_{уд}$; $D_{агр}$; $D_{СЭМ}$ и $D_{шерр}$ нанопорошков кобальта

Твостт, °С	$S_{уд}$, м ² /г	$D_{агр}$, нм	$D_{СЭМ}$, нм	$D_{шерр}$, нм
200	11,5	59	55	15
300	9,5	71	67	18
400	8,2	82	68	23
500	5,3	127	82	75

Размер нанопорошков железа.

По данным РФА, после восстановления все образцы порошков железа представляют собой однофазную со структурой ОЦК (рис. 3).

Результаты СЭМ приведены на рис. 4, из которых следует, что нанопорошки Fe имеют форму частиц, близкую к сферической. Во всех порошках частицы, соединяясь, образуют пространственные пористые структуры. Ка-

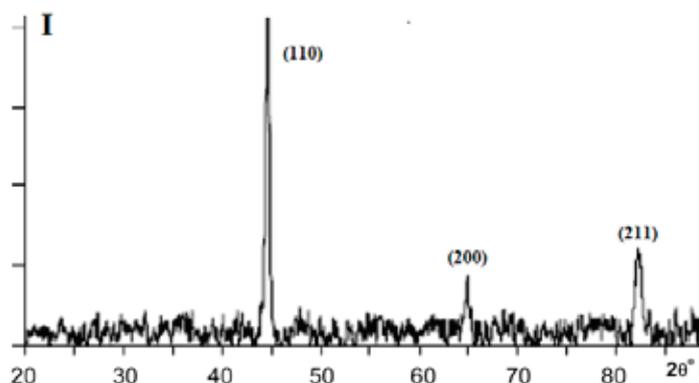


Рис. 3. Дифрактограмма образца железа (ОЦК) после отжига при 500°C

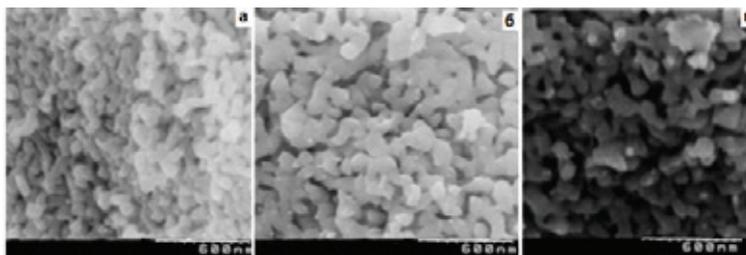


Рис. 4. СЭМ-изображения образцов железа, восстановленных при а) 400 °С; б) 450 °С; в) 500 °С

ждая частица связана с несколькими соседями контактными перешейками. Размер материала и пор в агрегатах примерно одинаков.

Расчет значений размеров приведен в таб.2. Видно, что $D_{\text{шер}} \ll D_{\text{СЭМ}} < D_{\text{агр}}$.

Таблица 2. Значения $S_{\text{уд}}$; $D_{\text{агр}}$; $D_{\text{СЭМ}}$ и $D_{\text{шер}}$ нанопорошков железа

Твостт, °С	$S_{\text{уд}}$, м ² /г	$D_{\text{агр}}$, нм	$D_{\text{СЭМ}}$, нм	$D_{\text{шер}}$, нм
400	8,2	93	71	40
450	6,5	114	114	56
500	4,1	186	180	65

По данным таблицы видно, что в обоих случаях повышение температуры восстановления приводит к уменьшению удельной поверхности и соответственно увеличению средних размеров агрегатов. Известно, что результатом поглощения высокой тепловой энергии является усиление кристаллизации и соответственно увеличение размера частиц.

Для решения вопросов выше необходимо рассмотреть сущность методов определения размера.

$D_{\text{агр}}$ — средний диаметр агрегатов, определенный по удельной поверхности (рис. 5). $D_{\text{СЭМ}}$ — средний диаметр

отдельного частиц, рассчитанный из СЭМ. $D_{\text{шер}}$ — размер одного кристалла определяется по формуле Шеррера.

Совпасть эти три размера могут, если исследуемый материал состоит из неагрегированных частиц, каждая из которых не имеет внутренних границ раздела, т.е. представляет собой одну область когерентного рассеяния или один кристалла.

Однако высокая степень агрегирования является одной из особенностей наноразмерных порошков. Вызвана она, прежде всего, стремлением к уменьшению поверхностной энергии.

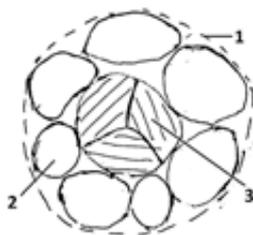


Рис. 5. Внешний вид: 1 — агрегат; 2 — частица; 3 — ОКР

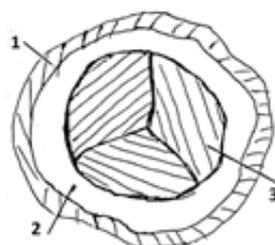


Рис. 6. Строение наночастицы: 1 — оксидный слой; 2 — аморфный слой; 3 — ОКР

Из таблицы 1 и 2 видно, что для нанопорошков кобальта и железа рассчитанная величина агрегатов (D_{agr}) не сильно отличается от размера частиц, определенного по данным СЭМ. По-видимому, большинство пор в данных порошках являются открытыми, что делает доступной для анализа всю поверхность материала. С ростом температуры восстановления одновременно протекает несколько процессов: спекание порошков, образование внутренних пор, увеличение размера частиц. Все эти факторы приводят к уменьшению удельной поверхности образцов и росту значения D_{agr} . Однако по отношению к данным материалам размер агрегатов является некоторой эффективной величиной, позволяющей судить о спеченности порошка, степени контакта частиц друг с другом, наличии закрытых пор.

Внешние размеры частиц (D_{agr} или $D_{СЭМ}$) и величина ОКР ($D_{шер}$) также часто сильно различаются между собой. Существует несколько причин этого явления. Во-первых, каждая отдельная частица может состоять из нескольких областей когерентного рассеяния, что подобно зерненному строению объемных материалов (рис. 5).

Во-вторых, металлические наночастицы всегда окислены, причем в ряде случаев оксидная пленка достигает существенной толщины. И, наконец, наночастицы могут иметь аморфный слой (рис. 6).

И так, для монокристалла каково должно быть отношение размеров частиц, измеренных методами СЭМ и рентгеновской дифракции?

При исследовании на СЭМ нанопорошков какого-либо материала частицы могут оказываться в различном положении по отношению к падающему пучку (рис. 7). При этом если форма частиц близка к сферической, то визуально будет определяться максимальный размер. Для равноосных частиц это означает, что величины проекций будут примерно одинаковы и соответствовать некоторому эффективному диаметру, близкому по значению к диаметру описывающей сферы. В результате измерения размеров по данным СЭМ можно определить средний диаметр:

$$D_{СЭМ} = (D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n) / n;$$

где n — число измеренных частиц.

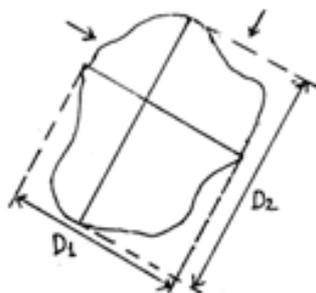


Рис. 7. Схема положения наночастицы по отношению к электронному пучку

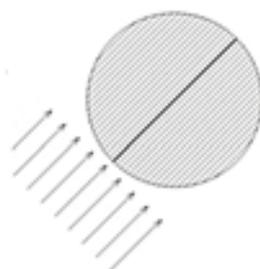


Рис. 8. Схема прохождения рентгеновских лучей через наночастицу

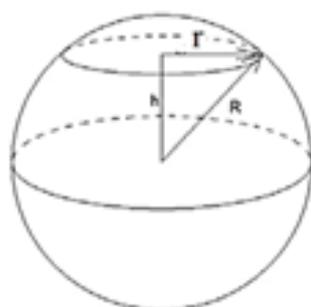


Рис. 9. Схема расчета среднего радиуса сферической частицы

При изучении нанопорошков методом рентгеновской дифракции лучи проникают в образец в любой точке. Пусть, для определенности, частицы имеют форму шара. Из бесконечного числа рентгеновских лучей только один пройдет через диаметр частицы, остальные — через сечения с меньшим размером (рис. 8). Соответственно, средний размер частицы, через который прошли рентгеновские лучи, по сравнению с максимальным диаметром должен быть меньше.

Если текущий радиус частицы принять за r , то его величина, исходя из геометрии шара (рис. 9), равна:

$$r = \sqrt{R^2 - h^2},$$

где h — расстояние от центра сферы до плоскости сечения. т.е. $D = 2r = 2 \cdot \sqrt{R^2 - h^2}$

Средний размер частиц по рентгеновским данным можно составить:

$$D_{\text{шер}} = (D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n) / n = \frac{2 \sum_{i=1}^n \sqrt{R^2 - h^2}}{n} = \frac{2}{R} \cdot \int_0^R \sqrt{R^2 - h^2} \cdot dh$$

Проведя замену $h = R \cdot \sin t$, можно получить:

$$D_{\text{шер}} = \frac{2}{R} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{R^2 - R^2 \cdot \sin^2 t} \cdot R \cos t \cdot dt = \frac{\pi}{2} \cdot R = \frac{\pi \cdot D}{4}$$

Таким образом, средний диаметр частиц, определенный методом рентгеновской дифракции, в $\pi/4$ раза меньше, чем рассчитанный из данных СЭМ:

Литература:

1. В. Akbari. Particle size characterization of nanoparticles — a practical approach. // Iranian Journal of Materials Science & Engineering. — 2011. — Vol. 8. — P. 48–56.
2. H. S. Nalwa (2004). Encyclopedia for Nanoscience and Nanotechnology. // American Scientific Publishers. — 2004. — Vol. 1.
3. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры. М., 2007.
4. W. Jianbo. Synthesis and characterization of LaFeO₃ nano particles. // J. Mater. Sci. Lett. — 2002. — Vol. 21. — P. 1059–1062.
5. Pradeep, T. Nano: The Essentials — Understanding Nanoscience and Nanotechnology. New Delhi. 2007.

$$D_{\text{шер}} = (\pi/4) \cdot D_{\text{СЭМ}} = 0,785 \cdot D_{\text{СЭМ}} \text{ или } D_{\text{СЭМ}} = 1,27 \cdot D_{\text{шер}}$$

Необходимо подчеркнуть, что последнее соотношение справедливо для частиц, форма которых представляет собой точную сферу. Чаще всего наночастицы либо неправильной формы, либо имеют огранку. Это приведет для равноосных частиц к изменению $D_{\text{шер}}$ в сторону увеличения, поскольку уменьшится количество областей с малой длиной хода рентгеновских лучей. $D_{\text{СЭМ}}$ при этом не изменится, поскольку изначально форма частиц при исследовании на электронном микроскопе предполагалась только близкой (а не строго) к сферической.

Кроме того, определение размеров любым способом проводится с некоторой, к сожалению весьма неопределенной, ошибкой, поскольку в настоящее время не существует сертифицированных методик измерения размерных характеристик наноматериалов.

С учетом сказанного для монокристалла с формой, близкой к сферической, можно принять, что $D_{\text{СЭМ}} \approx D_{\text{шер}}$. Если частицы содержат несколько ОКР, то, очевидно, $D_{\text{СЭМ}}$ будет больше, чем $D_{\text{шер}}$.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что нанопорошки кобальта и железа имеют ряд размерных характеристик, определяемых различными методами. Как правило, эти величины не совпадают друг с другом.

Показано, что для нанопорошков кобальта и железа: $D_{\text{шер}} \ll D_{\text{СЭМ}} < D_{\text{агр}}$.

ИНФОРМАТИКА

Экспертная система на основе нейросетевых технологий для мониторинга и диагностики корпоративной локальной сети

Алдошина Александра Николаевна, магистрант
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Статья посвящена проблеме мониторинга и диагностики состояния компьютерных сетей предприятия. Проанализированы характерные особенности системы, производящей анализ состояния сети. Выявлена и обоснована необходимость использования методов нейросетевых технологий для анализа трафика сети. На базе проведенного исследования автором формулируются основные черты и качества системы, предназначенной для мониторинга и диагностики сети.

Ключевые слова: корпоративная локальная сеть, мониторинг сети, диагностика сети, экспертная система, искусственные нейронные сети

Компьютерная сеть является сложной совокупностью устройств, которые должны обеспечивать обмен сообщениями между всеми оконечными устройствами. Таким образом, проблемы в сети влияют на возможности получения или отправки информации.

Особенно остра проблема поддержки сетей передачи данных в связи с тем, что они являются основной линией передачи информации между сотрудниками на данный момент на большом числе предприятий. Недостаточная пропускная способность сети, наиболее сильно проявляющаяся в пиковые моменты, вызывает снижение производительности работы сотрудников, а также простои в работе.

Таким образом, для поддержания работоспособности сети необходим тщательный мониторинг и диагностика ее состояния.

На этапе мониторинга выполняется процедура сбора первичных данных о работе сети: статистики о количестве циркулирующих в сети кадров и пакетов различных протоколов, состоянии портов концентраторов, коммутаторов и маршрутизаторов и т.п. [1, с. 4].

Далее выполняется этап анализа, под которым понимается более сложный и интеллектуальный процесс осмысления собранной на этапе мониторинга информации, сопоставления ее с данными, полученными ранее, и выработки предположений о возможных причинах замедленной или ненадежной работы сети.

На крупных предприятиях указанные задачи осложнены размером сети и сложностью топологии, необходимостью быстрой реакции на неполадки, что зачастую приводит к несоответствию возможностей администратора сети требованиям эффективно управлять сетью.

В основном задачи анализа и диагностики сетей сводятся к поиску отклонений от нормального режима функционирования — сетевых аномалий [2, с. 19]. Рассматривая сетевые аномалии, вызванные программно-аппаратными отклонениями, можно выделить методы диагностики сетевых аномалий, представленные в таблице 1, а также отметить их достоинства и недостатки.

Сигнатурный анализ базируется на простом понятии совпадения с эталонным образцом. Входящая информация байт за байтом просматривается и сравнивается с сигнатурой — характерной строкой программы, указывающей на наличие вредного трафика [2, с. 28].

При использовании статистических методов в качестве объектов исследования берутся отдельные сетевые устройства, характеристики трафика которых являются случайными величинами, изменяющимися во времени и определяющими работу сетевых устройств [3, с. 6]. Для отдельных характеристик объектов вычисляются значения заранее выбранных функций, которые затем сравниваются с показателями, характерными для нормального состояния

Экспертные системы [4, с. 39] — это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей.

Обобщенная структура экспертной системы представлена на рисунке 1. Блоки, изображенные на рисунке, присутствуют в любой экспертной системе.

В целом процесс функционирования экспертной системы можно представить следующим образом: пользо-

Таблица 1. Сравнительный анализ моделей диагностики сетевых аномалий [2, с. 42]

Модели диагностики сетевых аномалий	Достоинства	Недостатки
Сигнатурный метод	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая производительность. 2. Нарботан большой опыт в использовании таких систем. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Затруднительно обновление базы данных сигнатур. 2. Не обнаруживаются новые сигнатуры. 3. Период обновления базы данных сигнатур должен быть невелик.
Статистические методы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не требуются точные данные о сетевых аномалиях. 2. Можно обнаруживать новые сетевые аномалии. 3. Простота в эксплуатации. 4. Высокая эффективность обнаружения сетевых аномалий. 5. Универсальность и обоснованность решений. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Системы, использующие статистические методы необходимо обучать на длинной выборке. 2. Сложно задать пороговое значение сетевых аномалий. 3. Метод не работает без шаблона типичного поведения.
Экспертные системы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие ложных тревог. 2. Использование огромного накопленного опыта специалистов-экспертов для диагностики сетевых аномалий. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Экспертная система требует постоянного обновления своей базы знаний. 2. Неумение выявлять неизвестные сетевые аномалии.
Нейронные сети и генетические алгоритмы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность адаптации к различным средам. 2. Способность анализировать сетевые аномалии, даже если они неполные или искаженные. 3. Возможность прогнозирования сетевых аномалий. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не видна логика принятия решения. 2. Большое время обучения. 3. Высокий уровень ложных тревог. 4. Нейронная сеть требует серьезных знаний в области настройки топологии и параметров сети.

ватель, желающий получить необходимую информацию, через пользовательский интерфейс посылает запрос к экспертной системе; решатель, пользуясь базой знаний, генерирует и выдает пользователю подходящую рекомендацию, объясняя ход своих рассуждений при помощи подсистемы объяснений.

Суть генетических алгоритмов состоит в следующем: фиксируется начальная популяция, то есть множество наборов решений задачи, которые достаточно далеки от точного решения. Для каждого члена популяции вычисляется значение функции «согласия» с решением.

Генетический алгоритм формирует новую популяцию таким образом, чтобы средняя ценность составляющих ее строк увеличилась. Алгоритм состоит в последовательном выполнении ряда шагов до получения решения. На каждом шаге работы генетического алгоритма к членам популяции применяются операторы селекции, скрещивания и мутации.

Нейронные сети — это составляющая часть искусственного интеллекта, в которой для обработки сигналов используют явления, аналогичные происходящим в нейронах живых существ [5, с. 17].

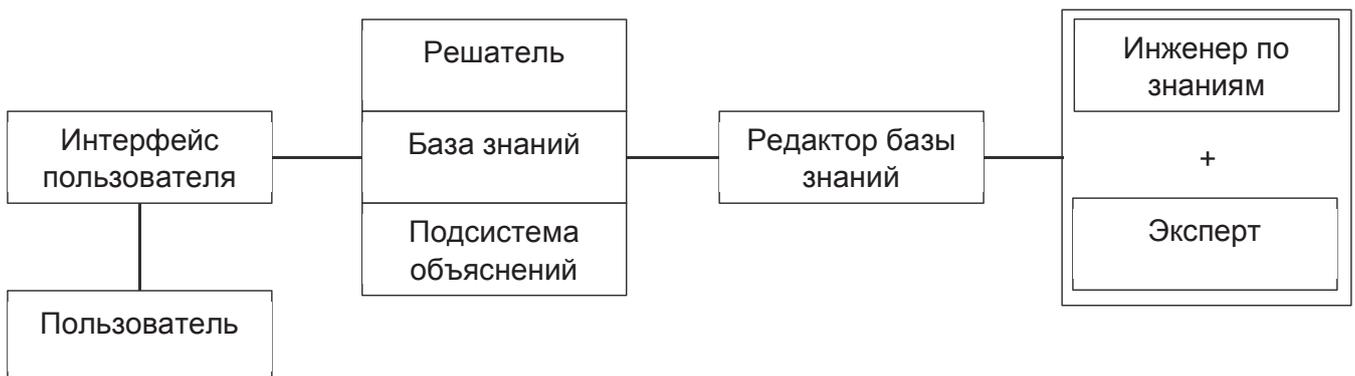


Рис. 1. Структура экспертной системы [4, с. 40]

Нейронная сеть представляет собой систему, которая на основе некоторой функции сопоставляет входную информацию и выходную. Эта функция выявляется сетью на этапе обучения и остается неизвестной пользователю.

Важнейшей особенностью сети является возможность параллельной обработки информации сразу всеми звеньями нейронной сети, что значительно ускоряет информационные процессы. Другое не менее важное свойство — способность к обучению и обобщению накопленных знаний [5, с. 23–24]. В процессе обучения нейронная сеть учится тому, что является нормальным, а что — аномальным.

Таким образом, самая главная задача в использовании нейронной сети для диагностики состояния сети передачи данных — это обучить нейронную сеть правильно распознавать все аномальные состояния сети.

Использование нейронных сетей обеспечивает следующие полезные свойства систем [6, с. 86–87]:

1. Решение задач при неизвестных закономерностях.

Обучение на большом количестве примеров дает нейронной сети способность решать задачи, в которых неизвестны закономерности развития ситуации и зависимости между входными и выходными данными.

2. Устойчивость к шумам во входных данных.

Нейронная сеть сама может определить, какие сигналы являются неинформативными, шумными для решения задачи, и отсеять их.

3. Адаптирование к изменениям окружающей среды.

Нейронные сети могут адаптироваться к изменениям окружающей среды. Например, нейронные сети, которые обучены работе в определенной среде, также могут быть легко обучены работе в условиях незначительных колебаний параметров среды.

В информационной системе, которая могла бы оперативно выявлять сетевые аномалии, а также предлагать возможные варианты их устранения, эффективно совокупное использование методов экспертных систем и нейронных сетей. В то время как экспертные системы используют правила импликации и логический вывод, нейронные сети имеют способность к обучению. Эта совокупность качеств делает нейронные сети и экспертные системы достойными претендентами на формирование гибридной интеллектуальной системы.

В подобной системе вместо базы знаний используется обученная нейронная сеть. В отличие от обычных экспертных систем, которые основаны на знаниях, система такого типа может оперировать недостоверными и неполными данными. Знания проблемной области могут быть использованы при обучении сети, а после обучения нейронная сеть будет играть роль набора правил ЕС-ЛИ-ТО — базы знаний.

Таким образом, взаимодействие нейронных сетей и экспертных систем позволяет минимизировать недостатки данных моделей диагностики сетевых аномалий, что дает объединению данных подходов преимущество перед прочими.

Заключение

Проблема мониторинга и диагностики локальной сети предприятия очень важна и требует самого пристального внимания в связи с тем, что в данный момент эти сети являются главной линией получения и передачи информации. Данные задачи на предприятии решаются оперативно и точно, и для этого предлагается использование информационной системы, использующей методы экспертных систем и нейронных сетей.

Литература:

1. Ениватов, А. А. Мониторинг трафика локальных сетей // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. — 2015. — Вып. 6. — Режим доступа: <http://www.apriori-journal.ru/seria2/6-2015/Enivatov.pdf>
2. Кучер, А. В. Интеллектуальная система поддержки принятия решения на основе нечеткой логики для диагностики состояния сети передачи данных / А. В. Кучер. — Краснодар: ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», 2007. — 221 с.
3. Кучер, А. В. Интеллектуальная система поддержки принятия решения на основе нечеткой логики для диагностики состояния сети передачи данных / А. В. Кучер, А. С. Магоматов, Н. Д. Чигликова // Научный журнал КубГАУ. — 2015. — Вып. 06. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/120.pdf>
4. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. — СПб: Питер, 2000. — 384 с.
5. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации: пер. с польского / С. Осовский. — М: Финансы и статистика, 2002. — 344 с.
6. Пампуха, И. В. Обоснование использования нейронных сетей в системах поддержки принятия решений при функционировании сложных систем / И. В. Пампуха, Ю. В. Березовская // Сборник научных трудов Военного института Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. — 2013. Вып. 42. — с. 85–89.

Проблема отсутствующей информации в базах данных

Иванов Константин Константинович, студент;

Ефремов Анатолий Александрович, студент;

Ващенко Илья Александрович, студент;

Научный руководитель: Сухомлинов Анатолий Иванович, профессор

Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Со школьных уроков информатики нам известна такая дисциплина, как математическая логика [2]. Эта наука (правда, в отрыве от математики) впервые упоминается еще в трудах греческого философа Аристотеля. Своему же формальному описанию математическая логика обязана целой плеяде великих математиков: Готфриду Вильгельму Лейбницу, Джорджу Булю, Фридриху Людвигу Готлобу Фреге, Давиду Гильберту, Джузеппе Пеано и многим другим. Благодаря им была создана классическая истиннозначная логика, в которой каждой умозаключение должно иметь одно из двух значений: «истину» или «ложь». Наиболее широкое применение математическая логика нашла в информационных технологиях и программировании. Конечно же, аппарат данной науки используется и в базах данных. Однако с ними возникла одна проблема. Заключается она в том, что существуют ситуации, когда какой-то атрибут кортежа не содержит какого-либо значения. Например, для некоторых автомобилей оказалось неизвестна их масса. Тогда при занесении информации в базу данных соответствующие поля окажутся пустыми, или, по-другому, масса некоторых автомобилей будет неопределенной, так как известно, что данные автомобили существуют, они, безусловно, обладают массой, но эта масса неизвестна. Именно здесь на передний план выходит трехзначная логика [1], которая оперирует не только значениями «истина» и «ложь», но и значением «неопределенно» или Null-значением. У данной области знаний есть как сторонники, так и противники, которые

считают, что неопределенные значения и трехзначная логика являются ошибочными понятиями и что им нет места в четких формальных системах, подобных реляционной модели. Но прежде чем обсуждать плюсы и минусы данной теории, необходимо более подробно разобраться, в чем же заключается проблема отсутствующей информации и что собой представляет трехзначная логика.

В первую очередь, необходимо разобраться в том, какие ограничения накладывает и какие особенности обуславливает использование Null-значений. Очевидно, что, например, если в операции сравнения используется Null-значение, то результат операции будет неопределенным. Тогда вместо таких результатов логических операций, как «true» и «false», будет использоваться новое логическое значение «unknown». По этой причине меняются и таблицы истинности для основных логических операций: дизъюнкции, конъюнкции, а также отрицания. На рисунке 1 представлены данные таблицы истинности вместе с еще одной — таблицей истинности для операции Maybe (может быть), которая используется именно в трехзначной логике.

Стоит оговориться, что Null-значение и результат логической операции «unknown» не являются одним и тем же. Так если значение какой-то переменной равно «unknown», то это означает, что значение этой переменной известно и равно оно «unknown», но если значение этой переменной является Null-значением, то это означает, что значение переменной просто не известно.

Дизъюнкция	true	unknown	false	Отрицание	
true	true	true	true	true	false
unknown	true	unknown	unknown	unknown	unknown
false	true	unknown	false	false	true

Конъюнкция	true	unknown	false	Может быть	
true	true	unknown	false	true	false
unknown	unknown	unknown	false	unknown	true
false	false	false	false	false	false

Рис. 1. Таблица истинности для четырех логических операций трехзначной логики

Null-значения также оказывают влияние на операторы реляционной алгебры [1]. Первые восемь реляционных операций были сформированы Эдгаром Франком Коддом в семидесятых годах прошлого века, и включали в себя следующие: объединение, пересечение, разность, произведение, сокращение, проекцию, соединение и деление. Рассмотрим, что происходит с некоторыми из них. Так на операцию произведения Null-значение не оказывает никакого влияния, а при использовании операции сокращения необходимо возвращать только те кортежи, для которых условие сокращения будет принимать значение «true» (соответственно, не будет принимать значения «unknown» и «false»). Прежде же чем обратить внимание на такие операции, как проекция, объединение, разность и пересечение, необходимо определить, что является дубликатом кортежа в трехзначной логике. Из-за использования неопределенного значения к классическому определению дубликатов (два кортежа считаются дубликатами тогда и только тогда, когда они имеют соответственно одинаковые атрибуты, значения которых соответственно равны) добавляется одна оговорка, что оба значения соответствующих атрибутов могут быть Null-значениями. Используя новое определение, все указанные выше операции могут быть выполнены в своем неизменном виде, подразумевая исключение избыточности.

Помимо влияния на операции реляционной алгебры, Null-значения по-особенному ведут себя и при операциях обновления. Например, если определенный атрибут некоторой переменной отношения может содержать неопределенное значение, то при попытке вставить в данную переменную отношения с помощью операции «Insert» новый кортеж, не содержащий значения для выбранного определенного атрибута, на место отсутствующего значения системой будет автоматически поставлено неопределенное значение. Если же определенный атрибут некоторой переменной отношения не может содержать неопределенное значение, то при попытке вставить в данную переменную отношения с помощью операции «Insert» или операции «Update» новый кортеж, содержащий неопределенное значение для выбранного определенного атрибута, будет получена ошибка. Также стоит сказать, что при добавлении в некоторую переменную отношения дубликата кортежа (по определению трехзначной логики), обычно будет получена ошибка.

Нельзя не упомянуть про особенности ограничений целостности, связанные с использованием Null-значений [1]. Как известно, ограничения целостности (ограничения, налагаемые на значения, которые разрешено принимать некоторой переменной или комбинации

переменных) неформально можно рассматривать как логические выражения, результат вычисления которых не должен быть равен «false». Это означает, что ограничение целостности не будет нарушено даже тогда, когда результат его вычисления будет равен «unknown», хотя точнее будет сказать, что будет неизвестно, нарушено или нет данное ограничение целостности. Однако при работе с ключами ситуация совсем иная. Для первичных ключей должно выполняться правило поддержки целостности сущности (ни один компонент первичного ключа любой базовой переменной отношения не может содержать неопределенные значения), а для внешних ключей — ограничение ссылочной целостности (база данных не должна содержать никаких несогласованных значений внешних ключей).

Несмотря на все вышесказанное, избежать использования трехзначной логики можно, однако это повлечет за собой серьезную избыточность. Рассмотрим пример работы «простой» социальной сети, в которой каждый пользователь заполняет анкету с полями «фамилия», «имя» и «отчество», причем, поле «отчество» можно оставить незаполненным. Каждому пользователю ставится в соответствие некоторый уникальный идентификатор, который согласно описанному выше правилу поддержки целостности сущности не может принимать неопределенное значение, являясь первичным ключом. Очевидно, что наиболее просто использовать в данной ситуации одну переменную отношения, в которой атрибутами будут являться уникальный идентификатор (первичный ключ переменной отношения), фамилия, имя и отчество. Однако, если какой-либо пользователь не заполнит обязательное поле «отчество», то ему будет необходимо назначить Null-значение, то есть воспользоваться трехзначной логикой. Избежать этого можно только за счет уже двух переменных отношения: атрибутами первой будут являться уникальный идентификатор, фамилия и имя, а атрибутами второй — уникальный идентификатор и отчество. Именно так в рассматриваемом примере решается вопрос использования неопределенных значений, но из-за этого появляется избыточность.

В итоге данного обсуждения можно сделать вывод, что хорошо развитый аппарат трехзначной логики скорее является элементом, способным упростить базу данных за счет использования в некоторых местах неопределенных значений, однако использования трехзначной логики можно избежать (хотя при этом и возникает избыточность), и тогда база данных будет частью по-настоящему формальной системы, представляя собой реляционную модель данных.

Литература:

1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание.: Пер. с англ. / К. Дж. Дейт. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. — 1328 с.: ил. — Парал. тит. англ.
2. Герасимов, А. С. Курс математической логики и теории вычислимости: учебное пособие, 3-е изд., испр. и доп. / А. С. Герасимов. — СПб.: Издательство «Лема», 2011. — 284 с.

Проектирование базы данных. Роль процесса в создании информационной системы

Иванов Константин Константинович, студент;

Ефремов Анатолий Александрович, студент;

Ващенко Илья Александрович, студент;

Научный руководитель: Сухомлинов Анатолий Иванович, профессор
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

На сегодняшний день ни одна сложная система не разрабатывается в «лоб». В первую очередь, она проектируется. База данных, являющаяся одной из важнейших частей информационной системы, конечно же, представляет собой сложный объект, который также подлежит проектированию. Именно о процессе проектирования базы данных, его особенностях, методах, этапах и роли в создании информационной системы и пойдет речь.

Для начала необходимо разобраться, какой смысл вкладывается в понятия информационная система и база данных. Информационная система, в общем случае, предназначена для хранения, поиска и обработки информации (также с некоторыми оговорками к функциям можно добавить и процесс передачи). База данных, в свою очередь, представляет собой подобие электронной картотеки, то есть хранилище или контейнер для некоторого набора файлов данных, занесенных в компьютер [1]. Таким образом, в информационной системе база данных отвечает за процесс хранения информации, при этом поиск данной информации, соответственно, система осуществляет в этой базе данных.

Цель проектирования базы данных — это правильное отображение выбранной для автоматизации предметной области [2]. В связи с этим выделяют два основных подхода к данному процессу [4]: нисходящий (сверху-вниз) и восходящий (снизу-вверх). Они отличаются, как понятно из названия, тем, как происходит процесс проектирования. Так, при нисходящем проектировании сначала происходит изучение целого, или описание предметной области, а затем уже осуществляется разделение целого на составные части, каждая из которых после этого также последовательно изучается. В свою очередь, при восходящем проектировании сначала происходит описание составных частей, после чего собирается общая картина. У каждого из этих способов есть свои отличительные черты, свои плюсы и минусы.

Нисходящее проектирование также называют анализом. Стоит отметить, что им пользуются чаще, чем восходящим. Нисходящее проектирование включает в себя пять этапов [3]:

1) Анализ предметной области. Отличительной чертой анализа в нисходящем проектировании является то, что сначала проводится анализ предметной области в целом с последующей декомпозицией на отдельные элементы. В результате получается описание внешнего уровня базы данных, при этом внешняя модель создается для пользователей и абстрагируется от особенностей реализации.

2) Разработка информационно-логической модели предметной области. Данная модель отражает предметную область в виде совокупности информационных объектов и их структурных связей. Её разработка начинается с построения инфологической модели (она обеспечивает наиболее естественные для человека способы сбора и представления той информации, которую предполагается хранить в создаваемой базе данных, а основными конструктивными элементами инфологических моделей являются сущности, связи между ними и их свойства или атрибуты), затем на ее основе строится концептуальная модель данных (представляет объекты и их взаимосвязи без указания способов их физического хранения).

3) Формирование даталогической модели базы данных. Под даталогической моделью базы данных понимается модель, отражающая логические взаимосвязи между элементами данных безотносительно их содержания и физической организации. При этом даталогическая модель разрабатывается на основе информационно-логической модели предметной области с учётом конкретной реализации системы управления базой данных, а также с учётом специфики конкретной предметной области на основе ее концептуальной модели, определенной в процессе разработки информационно-логической модели предметной области.

4) Нормализация. Благодаря последовательному построению нескольких моделей и проектированию сверху при нисходящем проектировании необходима незначительная нормализация. Для нормализации выбирается сформированная на предыдущем этапе даталогическая модель.

5) Формирование физической модели базы данных. Физическая модель определяет размещение данных, методы доступа и технику индексирования. Она также называется внутренней моделью системы.

Особенностями нисходящего проектирования являются высокая степень описания семантики предметной области, низкая вероятность появления ошибок в последующей работе информационной системы, высокая степень формализации процесса (также обуславливает возможность автоматизации процесса) и небольшой объем трудозатрат при привидении даталогической модели базы данных к заданной нормальной форме.

Восходящее проектирование также называют синтезом. Оно тоже включает в себя пять этапов [3]:

1) Анализ предметной области. Несмотря на то, что название первого этапа восходящего проектирования

полностью совпадает с названием первого этапа нисходящего проектирования, они обладают очень большими различиями. Так, происходит анализ не задач и работы выбранной области в целом, а анализ небольших частей для определения их потребностей и проблем.

2) Формирование даталогической модели базы данных. Особенностью данного этапа в восходящем подходе является то, что работа ведется на основании требований, определенных в ходе анализа предметной области.

3) Нормализация схемы базы данных. Из-за проектирования снизу для восходящего проектирования необходимо проводить полную операцию нормализации [1]. Сначала путем удаления повторяющихся элементов добиваются того, чтобы каждый кортеж содержал только одно значение для каждого из атрибутов. Тогда говорят, что переменная отношения находится в первой нормальной форме. После этого необходимо сделать так, чтобы каждый неключевой атрибут переменной отношения не приводимо зависел от ее первичного ключа. Тогда говорят, что переменная отношения находится во второй нормальной форме. Затем достигается, чтобы ни один неключевой атрибут переменной отношения не являлся транзитивно зависимым от ее первичного ключа. Тогда говорят, что переменная отношения находится в третьей нормальной форме. Благодаря удалению из функциональных зависимостей оставшихся аномалий переменная отношения переходит в нормальную форму Бойса-Кодда. На следующем этапе удаляются нетривиальные многозначные зависимости, а переменная отношения переходит в четвертую нормальную форму. В конце из переменной отношения удаляются зависимости соединения. В итоге переменная отношения переходит в конечную пятую нормальную форму и получается даталогическая модель базы данных в заданной нормальной форме.

4) Формирование физической модели базы данных. Физическая модель данных строится на основе нормализованной даталогической модели. Ее характеристики соответствуют характеристикам физической модели, получаемой при нисходящем проектировании.

5) Реинжиниринг [5]. Данный процесс является фундаментальным переосмыслением и радикальным перепроектированием базы данных для ее наиболее эффективной работы. Наличие данного процесса среди этапов восходящего проектирования обусловлено проектированием снизу-вверх, так как решаются, в первую очередь, не глобальные проблемы выбранной области, а ее составных частей. В итоге получается информационно-логическая модель предметной области.

В свою очередь, особенностями восходящего проектирования являются низкая степень описания семантики предметной области, высокая вероятность появления

ошибок в последующей работе информационной системы, отсутствует формализация процесса, а объем трудозатрат при приведении даталогической модели базы данных к заданной нормальной форме является очень большим.

Как видно из описания этапов, нисходящее и восходящее проектирование имеют как общие черты, так и заметные отличия. Например, для обоих методов сначала проводится анализ предметной области (но их суть несколько различается из-за особенностей выбранного метода проектирования), а также после формирования даталогической модели данных проводится нормализация (после которой формируется физическая модель данных), однако если для нисходящего проектирования проводится незначительная нормализация, то для восходящего — полная. Важным отличием является то, что при нисходящем проектировании перед формированием даталогической модели данных разрабатывается информационно-логическая модель данных, а при восходящем проектировании данная модель строится только после проведения особенного для данного метода проектирования процесса реинжиниринга.

Необходимо отметить, что наиболее правильным является не использование какого-то одного из представленных методов, а их комбинирование. При таком подходе удастся решить как проблемы всей предметной области в целом (использование нисходящего подхода), так и проблемы конечных составных частей (использование восходящего подхода), например, работников определенного предприятия. При выборе данного комбинированного метода определяется участок, на котором произойдет встреча двух этих методов.

В процессе создания информационной системы проектирование базы данных имеет очень важную роль, так как база данных является фундаментом информационной системы [1]. Проектирование базы данных выполняется после анализа требований к будущей системе (анализ носит неформальный характер, однако очень важно сохранить полученную информацию, поскольку она должна входить в документацию системы). А уже после того, как выработана общая схема базы данных, происходит процесс определения архитектуры будущей информационной системы. Так, решаются вопросы о том, какой будет база данных (централизованной или распределенной), производится соответствующая декомпозиция и другие необходимые работы.

Таким образом, проектирование базы данных играет огромную роль в создании будущей информационной системы, являясь ее фундаментом. Также нельзя забывать о том, что наиболее правильным является двухстороннее проектирование, когда работа одновременно идет как сверху, так и снизу.

Литература:

1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание.: Пер. с англ. / К. Дж. Дейт. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. — 1328 с.: ил. — Парал. тит. англ.

2. Зеленков, Ю. А. Введение в базы данных. // Электронный ресурс. URL: <http://www.mstu.edu.ru/study/materials/zelenkov/toc.html> (дата обращения: 10.09.2016).
3. Анализ методов проектирования БД. // Shpargalum.ru. Электронный ресурс. URL: <http://shpargalum.ru/shpora-gos-povtas/proektirovanie-avtomatizirovannyix-sistem-na-osnove-bd/analiz-metodov-proektirovaniya-bd.html> (дата обращения: 10.09.2016).
4. Коваленко, Т. Работа с базами данных. / Т. Коваленко, О. Сирант. — Электронный ресурс. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/3439/681/lecture/14021> (дата обращения 10.09.2016).
5. Реинжиниринг бизнес-процессов: сущность и методология. // Центр дистанционного «Элитариум». Электронный ресурс. URL: <http://www.elitarium.ru/reinzhiniring-biznes-process-kompanija-sotrudniki-rukovodstvo-izmenenija/> (дата обращения 10.09.2016).

Восстановление и параллельность как аспекты управления транзакциями в базах данных

Иванов Константин Константинович, студент;
Научный руководитель: Сухомлинов Анатолий Иванович, профессор
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

И для кого не секрет, что существует такие большие и сложные операции, выполняющиеся в течение нескольких шагов, которые должны либо быть выполнены полностью, либо не должны быть выполнены вообще [2]. Такая сложная логическая единица работы получила название транзакции. Наиболее ярким примером транзакции является банковская операция по переводу денег с одного счета на другой. Такая транзакция выполняется в течение нескольких шагов: сначала деньги списываются со счета отправителя и только потом зачисляются на счет получателя. Так, если данная транзакция прервется после первого шага и не будет предпринято никаких мер, то отправитель просто потеряет свои деньги, которые не дойдут до получателя. Именно для того, чтобы избежать подобных ситуаций, и был разработан механизм управления транзакциями, предохраняющий данные от утраты и повреждения.

Существуют две основные причины из-за которых возможны утрата или повреждение данных [1]:

1) Аварийный сбой системы, в результате которого база данных может оказаться в неопределенном состоянии (рассмотренный выше пример о банковской транзакции относится к данному случаю);

2) Конфликт нескольких программ при одновременном обращении к одним и тем же данным (например, программа А начала свою работу и запросила некоторые данные, которые также запросила и программа Б; обработав, программа А изменила данные; то же самое сделала и программа Б; однако после последнего изменения данные стали неверными, так как программа Б обрабатывала исходные данные, а не те, что были получены после работы программы А).

За устранение первой возможной причины утраты или повреждения данных отвечает такой аспект управления транзакциями, как восстановление (или управление вос-

становлением), а устранение второй — параллельность (или управление параллельностью). Далее в данной работе каждый из указанных аспектов управления транзакциями будет рассмотрен более подробно.

Под восстановлением [1] понимается возвращение базы данных в то самое «правильное» состояние, в котором она находилась до сбоя системы. Например, в рассмотренном варианте с банковской транзакцией база данных и система будут восстановлены таким образом, что средства вернуться на счет отправителя. Между тем, необходимо отметить, что восстановлению подлежат транзакции, система и носители. При этом для каждого вида восстановления характерны свои отличительные черты.

В первую очередь, необходимо рассмотреть транзакции. Как было сказано выше, транзакция является неразрывной логической единицей работы. Поддерживает же такую неразрывность диспетчер транзакций, работу которого организуют оператор фиксации (сигнализирует об успешном окончании транзакции) и оператор отката (сигнализирует о неудачном окончании транзакции). При фиксации диспетчер транзакций понимает, что транзакция выполнена успешно, а база данных находится в непротиворечивом состоянии. При откате же, наоборот, диспетчер транзакций понимает, что транзакция не выполнена, база данных находится в противоречивом состоянии и что необходимо отменить все действия, совершенные при выполнении данной транзакции. Таким образом, в каждой точке фиксации база данных находится в непротиворечивом состоянии. Поэтому транзакции также являются единицами восстановления системы. Также необходимо отметить момент, что возможна ситуация, когда транзакция выполнена успешно, но ее результаты не занесены в базу данных. Подобную транзакцию при сбое необходимо будет выполнить еще один раз.

Но сбой в работе одной транзакции является частным случаем. Куда более распространенной ситуацией является отказ системы, который может произойти, например, при сбое в сети электропитания. Подобный отказ системы влияет на все транзакции, выполнение которых проходило в момент отказа. Однако данный отказ не приводит к физическому повреждению базы данных. Тем не менее, при перезапуске системы после сбоя встает важный вопрос — какие транзакции необходимо отменить, а какие необходимо выполнить повторно? Ответить на данный вопрос помогают автоматически создаваемые контрольные точки, информация о которых записывается на физический носитель. При создании контрольной точки записывается информация обо всех транзакциях, которые выполняются в момент создания. Так при перезапуске системы после сбоя все транзакции, выполненные до создания контрольной точки, не участвуют в перезапуске; транзакции, успешно выполненные до отказа системы, запускаются повторно, а транзакции, не выполненные успешно до отказа системы, отменяются.

Также нельзя не упомянуть про отказ физических носителей, который повлияет как минимум на те транзакции, которые использовали данные на отказавших носителях. При данном виде отказа восстановление происходит путем загрузки базы данных с резервной копии, а также повторного выполнения успешно выполненных транзакций на основе данных журнала транзакций. Соответственно, отменять какие-либо транзакции нет необходимости, так как информация о них не хранится в журнале и они уже отменены из-за отказа носителей.

Под параллельностью [1] понимается такое свойство системы управления базой данных, которое позволяет нескольким программам (транзакциям) в один и тот же момент обращаться к одной и той же базе данных. Однако для выполнения данного свойства требуется специальный механизм управления, который будет следить за тем, чтобы не происходило каких-либо нарушений в работе. Таких нарушений может быть всего три: проблема потеряннного обновления (две транзакции начинают работу с одними и теми же данными, затем первая транзакция обновляет эти данные, после чего то же самое делает и вторая транзакция, из-за чего теряются результаты обновления первой транзакции, так как вторая транзакция в своей работе использовала исходные данные), проблема зависимости от незафиксированных результатов (использование одной транзакцией данных, обновленных другой транзакцией, которая еще не выполнена полностью и может быть отменена) и проблема анализа

несовместимости (использование одной транзакций нескольких наборов данных, которые были успешно другой транзакцией, причем некоторые значения были использованы первой транзакцией еще до выполнения второй, в связи с чем возникает ошибка несовместимости). Данные проблемы решаются благодаря блокировкам, механизму предотвращения взаимоблокировок и упорядочиваемости.

Используются два вида блокировок: исключительные блокировки записи и разделяемые блокировки чтения. В начале своей работы каждая транзакция запрашивает доступ к определенным данным, и если этот доступ предоставляется, то транзакция получает блокировку на эти данные. Так, если некоторая транзакция владеет исключительной блокировкой записи на некоторый набор данных, то никакая другая транзакция не может получить доступ к этим данным, пока не отработает первая транзакция. Если же некоторая транзакция владеет разделяемой блокировкой чтения на некоторый набор данных, то никакая другая транзакция не может получить исключительную блокировку записи на эти данные, однако любая другая транзакция может получить разделяемую блокировку чтения на этот набор данных. Данные блокировки решают все три возможных вида нарушения работы системы управления базой данных при параллельной работе транзакций. Однако они могут породить некоторые другие проблемы, ключевой из которых является проблема взаимоблокировки.

Взаимоблокировка [1] возникает, когда несколько транзакций одновременно находятся в состоянии ожидания, причем каждая из них ждет, пока одна из остальных завершит свою работу. Существует два основных подхода к предотвращению взаимоблокировок: модификация протокола блокировки, чтобы полностью избежать взаимоблокировки, либо устранение взаимоблокировок после их возникновения. Вторым вариантом является наиболее распространенным, однако более правилен первый.

Еще одним немаловажным фактором, обеспечивающим выполнение параллельной работы транзакций, является критерий упорядочиваемости, согласно которому согласуется выполнение множества транзакций на основе определенных правил.

В заключение хотелось бы еще раз отметить, что восстановление и параллельность, или управление восстановлением и управление параллельностью, являются двумя важнейшими аспектами управления транзакциями, логическими единицами работы, без которых представить работу базы данных и СУБД на сегодняшний день невозможно.

Литература:

1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание.: Пер. с англ. / К. Дж. Дейт. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. — 1328 с.: ил. — Парал. тит. англ.
2. Зеленков, Ю. А. Введение в базы данных. // Электронный ресурс. URL: <http://www.mstu.edu.ru/study/materials/zelenkov/toc.html> (дата обращения: 10.09.2016).

Способы классификации движущихся объектов на видео

Исаев Андрей Львович, кандидат технических наук, доцент;

Газаров Денис Андреевич, магистрант;

Евсеев Сергей Дмитриевич, магистрант

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В данной статье мы рассмотрим область машинного зрения, связанную с распознаванием объектов (трекингом). Рассмотрим область применения трекинга. Опишем основные принципы и подходы к распознаванию объектов. Также рассмотрим проблемы, связанные с трекингом.

Слежение за объектами является важным пунктом в классе задач компьютерного зрения. Пролиферация высокомоощных компьютеров, доступность высококачественных и недорогих видео камер и повышение необходимости для автоматизированного анализа видео сыграло хорошую роль в заинтересованности алгоритмами слежения за объектами. Всего существует три ключевых шага в видео анализе: обнаружение интересующего движущегося объекта, слежение за такими объектами от кадра к кадру, и анализ объекта слежения для распознавания его поведения. Таким образом использование слежения за объектом применимо для таких задач как:

- распознавание на основе движений, например распознавание человека по походке;
- автоматизированное наблюдение, то есть наблюдение за определенной сценой действий для обнаружения подозрительной активности или нежелательных событий;
- взаимодействия человека с компьютером, например распознавание жестов, движение глаз и т.д.
- мониторинг трафика, то есть обозревание трафика в реальном времени для более правильного направления транспортного потока;
- навигация автомобилей, например составление маршрута для объезда препятствий на основе видео материалов.

В своей простейшей форме, трекинг можно определить как проблему оценки траектории объекта в плоскости изображения. Другими словами, трекер присваивает последовательные метки для отслеживаемых объектов в разных кадрах видео.

Дополнительно, в зависимости от области слежения трекер может обеспечить информацию об объекте такую как направление, месторасположение, или тень объекта.

Отслеживаемые объекты могут быть сложными из-за:

- потери информации вызванной проекцией 3д мира на 2д изображение;
- шум в изображении;
- сложное движение объектов;
- частичное или полное сокрытие объекта;
- сложные тени объекта;
- изменение освещения сцены;
- требования к обработке изображения в реальном времени.

Представление объекта

В сценарии трекинга, объектом можно назвать все что представляет интерес для дальнейшего анализа. К примеру, лодки на море, рыба в аквариуме, машина на дороге, самолет в воздухе, люди, идущие по дороге, или пузырьки на дороге являются наборами объектов которые важно отслеживать для определенных целей. Объекты могут быть представлены их формами и признаками. В данной секции мы сначала опишем форму объекта представления, используемую для отслеживания а затем рассмотрим совместный вид и внешнюю форму представления.

— *Точки.* Объект представляется точкой, которая является центром (Рис. 1а или набором точек (Рис 1в). В основном точечное представление подходит для отслеживания объектов, которые занимают маленькие части изображения.

— *Примитивные геометрические фигуры.* форма объектов представляется прямоугольником, эллипсом и др. (Рис 1 с, d). Движение таких объектов обычно представляется аффинным или проективным преобразованием. Такой способ больше подходит для жестких объектов, хотя его также используют для не жестких.

— *Силуэт объекта или контур.* Контурное представление определяет границы объекта (рис 1 g, h). Область внутри контура называется силуэтом объекта (Рис 1 i). Контурное представление объекта подходит для отслеживания сложных нежестких форм.

— *Сочлененные модели.* Сочлененные объекты состоят из частей которые соединены друг с другом подвижными частями. Например, человеческое тело — это сочлененная модель. (Рис. 1e)

— *Скелетные модели.* Скелет объекта может быть извлечен путем медиального преобразования силуэта объекта. Скелет может быть использован как для жестких, так и для нежестких моделей. (Рис 1f)

— Есть целый ряд способов представления особенностей внешнего вида объектов. Заметим, что представления формы также могут быть объединены с внешними особенностями для отслеживания. Некоторые общие особенностями для трекинга объекта являются:

— *Шаблоны.* Шаблоны формируются с помощью простых геометрических фигур или силуэтов. Преимущество шаблонов в том, что они несут в себе как пространственный, так и внешний вид объекта. Тем не менее

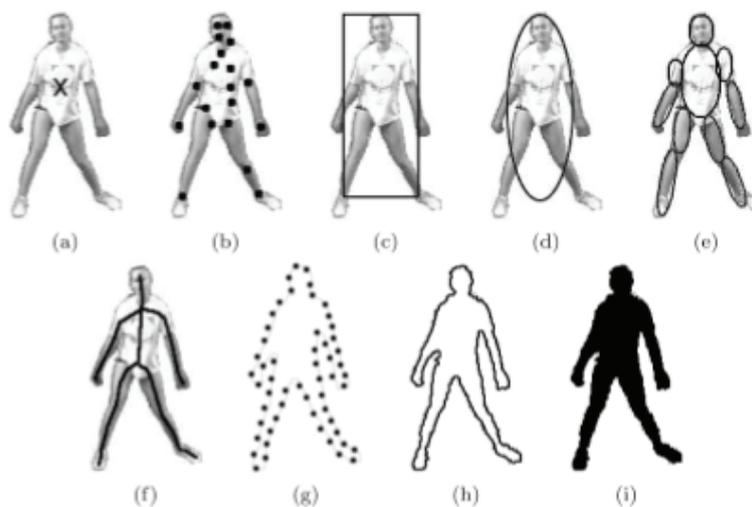


Рис. 1. Представления объекта. (а) Центральное. (b) Множество точек. (с) Прямоугольное. (d) Эллиптическое. (е) частичное, на основе нескольких частей. (f) Скелетон. (g) Контрольные точки на контур. (h) Конечный контур объекта. (i) Силуэт

шаблоны генерируются только из внешнего вида объекта. Исходя из этого следует что они подходят только для объектов, позы которых варьируются очень слабо.

– Модели активных признаков. Активные модели признаков генерируются одновременно с моделированием формы объекта и внешнего вида. В целом, форма объекта определяется набором ориентиров. По аналогии с представлением контура на основе, ориентиры могут находиться на границе объекта или, в качестве альтернативы, они могут находиться внутри области объекта. Для каждого ориентира, вектора появления сохраняется в виде цвета, текстуры или градиента величины. Модели активных признаков требуют этапа обучения, в котором форма и ассоциируемые признаки изучаются из набора примеров.

– Многовидовая модель признаков. Данная модель записывает разные виды объекта. Один подход предоставления разных видов объекта это создания подпространства из данных видов. Другой подход изучения разных видов объекта это выработка набора классификаторов, например набора опорных векторов.

Выбор признака для слежения

Важнейшую роль в отслеживании является выбор правильного признака. В основном, самым желаемым свойством визуального признака является его уникальность, чтобы объекты можно было легко выделить в пространстве особенностей. Выбор признака тесно связан с представлением объекта. Например, цвет используется как признак для представлений, основанных на гистограмме. В свою очередь, для представлений, основанных на контурах, как признаки часто используются границы объекта. В основном, многие алгоритмы слежения используют комбинацию этих признаков.

Подробнее об основных визуальных признаках:

Цвет. Основной цвет объекта подвержен влиянию двух физических факторов:

- 1) Спектральная плотность излучения источника света
- 2) свойства отражающей поверхности объекта.

В обработке изображений обычно используется цветное пространство RGB (Red, Green, Blue — красный, зеленый, синий). Однако пространство RGB не является перцептивно однородным — различия между цветами в пространстве RGB не соответствуют различиям цветов согласно ощущениям людей [Paschos 2001]. Кроме того, размерности RGB сильно коррелируют. В отличие от него, пространства цветов $L^*u^*v^*$ и L^*a^*b являются перцептивно однородными, а HSV (Hue, Saturation, Value — тон, насыщенность, значение) является приближенно однородным цветовым пространством. Однако, эти цветовые пространства чувствительны к шуму [Song 1996]. Таким образом, нельзя однозначно сказать, какое цветовое пространство более эффективно, поэтому в слежении использовались различные цветовые пространства.

Границы. Границы объекта обычно создают значительные изменения в интенсивности изображения. Для определения этих изменений используется определение границ. Важным свойством границ является то, что они менее чувствительны к изменениям источника света по сравнению с цветовыми особенностями. Алгоритмы, отслеживающие границы объектов, обычно используют границы как главный признак. Одним из самых популярных подходов к определению границ, благодаря его простоте и точности, считается детектор границ Кэнни [Canny 1986]. Оценка алгоритмов определения границ представлена Вовуег и др. [2001].

Оптический поток. Оптический поток представляет собой плотное поле векторов перемещений, которые определяют сдвиг каждого пикселя в регионе. Оно вычисляется, используя ограничение яркости, которое предполагает постоянство яркости соответствующих пикселей

в последовательных кадрах [Ногн и Schunck 1981]. Оптический поток часто используется как признак в сегментации движущихся объектов и слежении. Популярными способами вычисления плотных оптических потоков являются методы Ногн и Schunck [1981], Lucas и Kanade [1981], Black и Anandan [1996] и Szeliski и Coughlan [1997]. Оценки производительности методов оптического потока приведены в исследовании Ваггон и др. [1994].

Текстура. Текстура — это мера отклонения интенсивности поверхности, которая определяет такие свойства как гладкость и однородность. В отличие от цвета, текстуре требуется дополнительный шаг на этапе обработки для создания дескрипторов. Существуют разные дескрипторы текстуры: GLCM's (Gray-Level Occurrence Matrices — матрицы вхождений оттенков серого [Haralick и др. 1973] (двухмерная гистограмма, которая показывает совместные вхождения интенсивностей на определенном расстоянии и направлении), текстурные характеристики Лавса [Laws 1980] (25 двухмерных фильтров, созданных из 5 одномерных фильтров, соответствующих уровню, краю, пятну, ряби и волне), вейвлеты [Mallat 1989] (ортогональный банк фильтров) и управляемые пирамиды (steerable pyramids) [Greenspan и др. 1994]. Как и признаки границ, по сравнению с цветом, текстурные признаки менее чувствительны к изменениям источника света.

Обычно признаки выбираются вручную пользователем в зависимости от области применения. Однако, в сообществе людей, разрабатывающих распознавание образов, особое внимание получила проблема автоматического выбора признака. Методы автоматического выбора при-

знака можно разделить на методы-фильтры и методы-обертки [Blum и Langley 1997].

Методы-фильтры пытаются выбрать признаки на основе главного критерия, например, признаки не должны быть коррелирующими. Методы-обертки выбирают признаки на основе их полезности в конкретной области применения, например, производительность классификации с использованием подмножества признаков.

Примером метода-фильтра для уменьшения числа признаков является метод главных компонент (МГК). МГК включает в себя трансформацию некоторого числа (возможно) коррелирующих переменных в некоторое (меньшее) число некоррелирующих переменных, которые называются главными компонентами.

Первый главный компонент отвечает за наибольшее возможную вариацию данных, а каждый последующий отвечает за наибольшую возможную остаточную вариацию.

Методом-оберткой для выбора отличительных признаков для отслеживания конкретного класса объектов является алгоритм Adaboost [Tieu и Viola 2004]. Adaboost — метод для поиска строгого классификатора, основанного на комбинации умеренно неточных слабых классификаторов. При работе с большим множеством признаков, классификатор может быть натренирован для любого признака. Adaboost обнаружит взвешенную комбинацию классификаторов (представляющих признаки), которые увеличивают производительность классификации алгоритма. Большему весу соответствует большая отличительность признака. Для отслеживания можно использовать первые n признаков с наибольшим весом.

Категории	Работа
Детекторы точек	Детектор Моравеца [Moravec 1979], Детектор Харриса [Harris и Stephens 1988], Scale Invariant Feature Transform [Lowe 2004], Affine Invariant Point Detector [Mikolajczyk и Schmid 2002].
Сегментация	Mean-shift [Comaniciu и Meer 1999], Graph-cut [Shi и Malik 2000], Активные контуры [Caselles и др. 1995]
Определение фона	Mixture of Gaussians [Stauffer и Grimson 2000], Eigenbackground [Oliver и др. 2000], Wall flower [Toyama и др. 1999], Dynamic texture background [Monnet и др. 2003].
Классификация с учителем	Метод опорных векторов [Papageorgiou и др. 1998], Нейронные сети [Rowley и др. 1998], Adaptive Boosting (Adaboost) [Viola и др. 2003].

Цвет является одним из самых широкоиспользуемых признаков для классификации. Comaniciu и др. [2003] использует гистограмму цветов для представления появления объекта. Несмотря на популярность, большинство диапазонов цветов чувствительны к изменению источника света. Следовательно, в случаях, если этот эффект неизбежен, используются другие признаки, включенные

в модель представления объекта. Cremers и др. [2003] использует оптические потоки как признак для отслеживания контура. Jepson и др. [2003] использует реакцию управляемых фильтров (steerable filter responses) для отслеживания. Кроме того, используется комбинация этих признаков для улучшения производительности отслеживания.

Заключение

В данной статье мы рассмотрели возможность применения машинного зрения к современному миру. Обозначили основные проблемы, связанные с распознаванием

объектов. описали основные принципы и подходы к распознаванию объектов.

Литература:

1. Aggarwal, J. K. and Cai, Q. 1999. Human motion analysis: A review. *Comput. Vision Image Understand.* 73, 3, 428–440.
2. Ali, A. and Aggarwal, J. 2001. Segmentation and recognition of continuous human activity. In *IEEE Workshop on Detection and Recognition of Events in Video.* 28–35.
3. Avidan, S. 2001. Support vector tracking. In *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR).* 184–191.
4. Baddeley, A. 1992. Errors in binary images and an l version of the hausdorff metric. *Nieuw Archief voor Wiskunde* 10, 157–183.
5. Ballard, D. and Brown, C. 1982. *Computer Vision.* Prentice-Hall.
6. Barron, J., Fleet, D., and Beauchemin, S. 1994. Performance of optical flow techniques. *Int. J. Comput. Vision* 12, 43–77.
7. Beaulieu, J. and Goldberg, M. 1989. Hierarchy in picture image segmentation: A step wise optimization approach. *IEEE Trans. Patt. Analy. Mach. Intell.* 11, 150–163.
8. Bertalmio, M., Sapiro, G., and Randall, G. 2000. Morphing active contours. *IEEE Trans. Patt. Analy. Mach. Intell.* 22, 7, 733–737.
9. Beymer, D. and Konolige, K. 1999. Real-time tracking of multiple people using continuous detection. In *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV) Frame-Rate Workshop.*
10. Black, M. and Anandan, P. 1996. The robust estimation of multiple motions: Parametric and piecewise-smooth flow fields. *Comput. Vision Image Understand.* 63, 1, 75–104.

Guidelines for testing intrusion detection systems in computer systems and networks

Kadirov Mirhusan Mirpulatovich, Senior Lecturer
Tashkent State Technical University (Uzbekistan)

This article is proposed guidelines testing, allow to get the evaluation of performance/failure of Intrusion detection systems fixed set of functions defined by any settings, as well as assessing the vulnerability of these funds. Intrusion detection systems is deployed and configured to meet the requirements of operational documents and security policy of the organization operating Intrusion detection systems.

1. Introduction

Network intrusion detection systems and detect signs of attacks against information systems have long been used as one of the essential lines of defense information systems. The developer system protection information systems and consultants in this area is actively used such concepts as perimeter security, stationary and dynamic defense, began to appear own terms, for example, proactive protection. Intrusion detection systems and attacks are usually a software or hardware-software solutions that automate the process of monitoring events occurring in a computer system or network, as well as independently analyze these developments in the

search for signs of security problems. As the number different types and ways of organizing unauthorized intrusion into other people's network in recent years has increased significantly, intrusion detection systems (IDS) have become an essential component of the security infrastructure of most organizations [1]. This contributes to a huge amount of literature on the subject that potential attackers are carefully studying and increasingly sophisticated and complex methods and approaches to the detection of hacking attempts of information systems.

Nowadays on the market are a large number of commercial intrusion detection systems. However, until now there is no standardized method of testing, allowing to identify

the pros and cons of IDS test. The tests recommended by the manufacturer, as a rule, serve advertising purposes and cannot help to evaluate the functionality of the system.

2. The evaluation criteria for the functional test

Intrusion Detection — the ability of IDS to detect different types of attacks based on the analysis of various parts of a packet. We should consider the following basic characteristics of IDS:

Ability to analyze the headlines — allow to detection attacks associated with the values of IP-packet header. A typical representative is LAND-attack. LAND-attack sends a SYN packet with the same values IP-addresses and source and destination ports. Machine receiver gets into an infinite loop, which can cause the collapse of the network.

Collect packets — the ability IDS to collection fragmented traffic and detect attacks, prisoners in several batches. A typical representative is Tear Drop-attack. This attack is initiated by sending a number of IP-packets that after assembly have overlapping data packets. This can cause instability in the operation of the network or system.

Analysis of the data packet — allows IDS detect attacks associated with the data packets [2]. A typical representative of such an attack is called PHF-attack on HTTP. CGI-program of PHF is an example of a script that you can use to work with the address book and to exploit the vulnerability allows locally run any command.

It is also necessary to take into account the following criteria:

1. The ability IDS defines IP Dsync — intrusion detection, in which the purpose of masking the non-standard values are given sequence numbers and size.

2. The ability IDS detects distributed attacks — identified characteristics of IDS, using the correlation method to detect attacks, distributed in time or in space (the attack is carried out with multiple hosts with different IP-addresses).

3. The ability to save information for analysis — characterizes the capabilities of the program for the conservation of incidents for further analysis.

4. The presence of a distributed architecture — a very important feature for IDS that are used in large networks. This test determines the architecture of IDS and shows the ability of the console with multiple sensors.

5. The architecture of the system of decision-making — shows where the final decision about the discovery of attack — on the sensor or on the control console.

6. Bandwidth — allows you to assess the ability IDS to capture packets, without causing them loss. For this test, we used only the pure traffic not containing attacks.

7. The impact on system performance — a test to evaluate the impact IDS on the work load of the CPU and memory and also the overall performance of the host.

Checking IDS is done by simulating attacks or anomalous activities. At the same time for the successful completion of checks, signature-based IDS must present signatures for each of the produced action. If these signatures are missing, they must be created manually in the preparation and setting up IDS testing. Topology stand for testing is shown in figure 1.

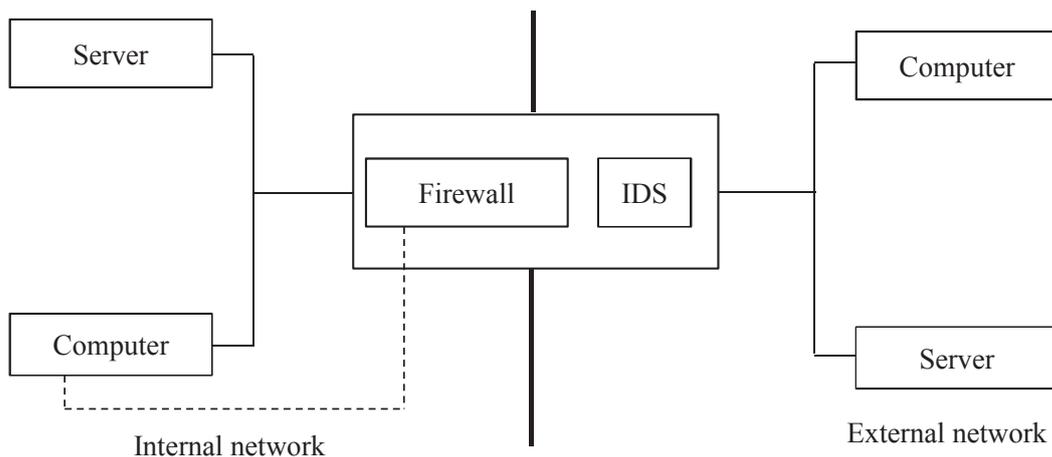


Fig. 1. Scheme stand for testing

Each test is the introduction of special packets to the network, which operates the system under test intrusion detection. Test results can be tracked on the management console system. Tests are universal, they are perceived test IDS as a «black box». All tests used the protocol TCP. In most cases, the tests used embedded interaction between the packets and the third party — the so-called «target» host subjected to «attack».

This host is the purpose of the appointment of all test packets. The presence of such a «target» host allows you to simulate «real». For this purpose is serve emulator network services. Moreover, target host also plays the role of checking the efficiency of the experiment [3]. His reaction to the embedded packet allows you to monitor the behavior of «real» TCP-connection and compare it with information on the be-

havior displayed on the control console test IDS. In each test the network with software host-load generator is modeled such traffic that might occur during normal operation of the network.

Packets, introduced in traffic, are slightly different for each test. Tested IDS responds to every test detection or intrusion detection. Analyzing posts IDS and type of packets used in the particular test, it can conclude about the possibilities and characteristics of IDS test. Before you carry out comprehensive, special tests should be carried out a series of tests the basic functions of IDS. On the target host for visualize network activity using a packet sniffer. By controlling this ac-

tivity, you can say whether or not the tested IDS generally detect simulated attack.

3. Performance testing. The objectives of performance testing

Performance tests are conducted in an environment where the attacker, the victim and the COA are located in the same network [4–5]. In this case, the tests do not interfere with the device for limiting the bandwidth. The purpose of the performance tests is determined the characteristics of working IDS with packet. Figure 2 illustrates stand topology for such tests.

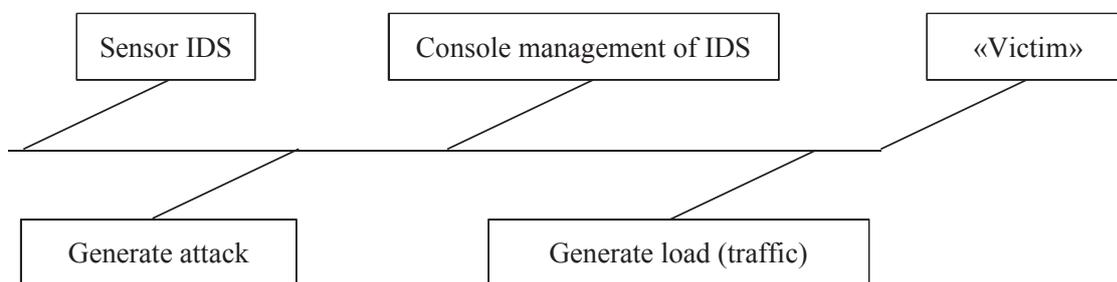


Fig. 2. Stand topology for performance tests

4. The evaluation criteria for the performance tests

Criteria for assessing the performance of the following:

1. Bandwidth — allows you to assess the ability of IDS to capture packets, without causing them loss.
2. Builds — a test to determine the performance of the sensor when assembling packets.
3. Filtration efficiency — a test designed to assess the overall effectiveness of the system in solving the problem of interception, packet analysis and response to the attack.

4. The impact on system performance — a test to evaluate the impact work IDS on the load of the CPU and memory and the overall performance of the host.

5. Conclusions

In conclusion we can say that the proposed guidelines define the evaluation criteria for functional IDS tests based on the analysis of various parts packets and responds to every test detection or intrusion detection in computer networks.

References:

1. S. Mandujano, A. Galv6n, J.A. Nolzco. An Ontology-based Multiagent Architecture for Outbound Intrusion Detection // Proc. 3rd ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications, 2005.— C. 94–101.
2. Li Muh., Li Min., and Jiang X. DDoS attacks detection model and its application // WSEAS Trans. Computers. 2008. V.7. No. 8.P.1159–1168.
3. Kim J., Bentley P. An artificial immune model for network intrusion detection: <http://neuro.bstu.by/our/immune3.pdf>, 20.10.2011.
4. Kotov V., Vasilyev V. Immune approach to network intrusion detection // Proc. of Security of Information and Networks. 2010. P. 233–237.
5. Scarfone, Karen; Mell, Peter (February 2007). «Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS)» (PDF). Computer Security Resource Center (National Institute of Standards and Technology) (800–94). Retrieved 1 January 2010.

Редактор языковых баз Wordnet с использованием гиперграфовой базы данных

Лопатин Илья Сергеевич, магистрант

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В данной статье рассматриваются лингвистическая модель Wordnet, гиперграфовые базы данных и технологии реализации интерфейса для редактора подобной языковой модели.

Ключевые слова: база данных (database), редактор баз данных (database editor), гиперграф (hypergraph), языки (languages)

Повсюду проникающая информатизация не обошла стороной коммуникативную часть жизни людей. Сегодня во всемирной паутине можно найти множество сервисов, используемых для перевода предложений с одного языка на другой. Одним из самых знаменитых сервисов является Google translate.

Для создания подобных ресурсов необходимы мощные инструменты систематизации, обработки и хранения данных.

В 1985 г. в Принстонском университете (США) была разработана первая модель ментального лексикона человека. Данный ресурс получил название Wordnet (WN), что в дословном переводе означает «Словесная сеть».

Поскольку модель WN представляет собой не просто набор слов и их значений, а многочисленные иерархические списки слов и связей, то для ее эффективного применения необходима база данных, в основе которой лежит математическое понятие графа и его разновидностей, в частности — гиперграф.

Не многие знают о существовании подобных баз данных. Ранее в NOSQL среде была распространена всего одна система такого плана — Neo4j [1]. Сегодня одной из популярных баз данных такого типа является HyperGraphDB.

HypergraphDB представляет собой хранилище данных общего назначения, которое находится в свободном доступе и базируется на математическом представлении ориентированных гиперграфов [2].

Лингвистическая модель Wordnet

Как уже было сказано, модель Wordnet впервые была представлена миру в 1985 году. Позднее были созданы аналоги для других языков. В частности, в 1999 был создан российский словарь RussNet, включающий в себя основные особенности WN.

Словари, построенные по модели WN, включают в себя элементы как справочной системы, так и инструменты для осуществления исследований в области лингвистики.

Ядром WN является синсет. Синсет представляет собой совокупность синонимов, связанных определенными отношениями.

WN определяет различные виды отношений между синсетами: «is-a», «category», «has-parts», «is-part-of» и т.д. Наиболее простым является отношение «is-a», которое связывает гипоним (более специфичный синсет) с гиперонимом (более общий синсет) [3]. К примеру, слово «наука» является гиперонимом к слову «физика», и наоборот, слово «физика» является гипонимом к слову «наука».

При построении модели данных по типу WN, первоочередной задачей является построение ориентированного графа, отображающего синсет. Каждая вершина графа v представляет собой целое число, отображающее синсет, и каждое ребро $v \rightarrow w$, означает, что w это гипероним v . Ориентированный граф в WN является ациклическим, и имеет одну родительскую вершину, для которой все остальные вершины графа считаются дочерними. На рисунке 1 приведен пример графа в WN.

Из рисунка видно, что слово «bird» обозначает родительскую вершину. Ближние вершины (fowl, doll, hoot и т.д.) являются гипонимами, т.к. как отображают частные виды птиц, а вершина «vertebrate» связанная отношением «is-a» является гиперонимом. Также на рисунке отображены другие виды отношений.

Понимание вышеупомянутых особенностей модели WN является базовым и необходимым условием для работы с подобной моделью данных.

Графовая база данных HyperGraphDB

Как было сказано ранее, синсеты в WN реализуются в виде графов. Более того многие слова могут иметь множество значений, синонимов, гипонимов и т.д., что усложняет выбор базы данных, способной обеспечить корректную и удобную работу с подобной моделью данных. Одним из лучших вариантов для реализации хранения данных словаря WN можно смело назвать графовую базу данных HyperGraphDB.

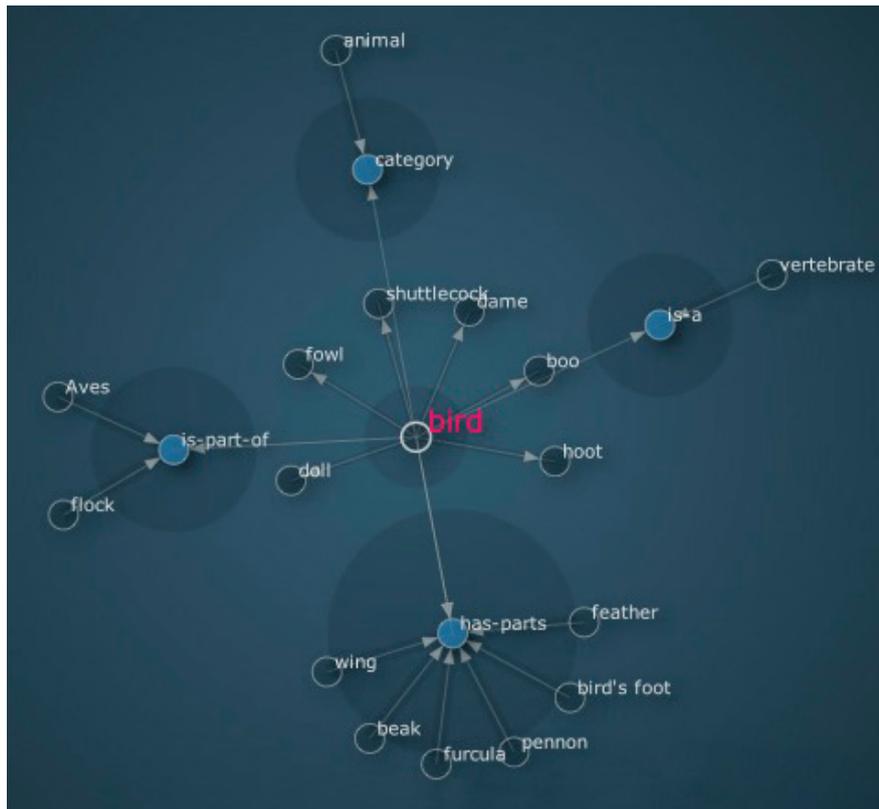


Рис.1. Ориентированный граф Wordnet

В целом, HyperGraphDB представляет собой ровно то, о чем и говорит ее название — база данных для хранения гиперграфов. HypergraphDB — это не просто база данных, это целый инструментарий для работы с данными неоднородной структуры и различными слоями сложности. Так, к примеру, в HyperGraphDB можно реализовывать управление данными как в виде отношений, так и в виде объектно-ориентированной модели.

HyperGraphDB не накладывает никаких ограничений и предлагает большую обобщенность, в сравнении с другими графовыми базами данных. Для большей ясности стоит разобраться, что представляет собой понятие «гиперграф».

В математике, гиперграф — это обобщенное понятие графа, в котором ребра могут соединять любое количество вершин. Формально говоря, гиперграф H — это пара $H = (X, E)$, где X — это набор элементов, называемых узлами или вершинами, и E — это набор не пустых подмножеств X , называемых гиперребрами или ребрами. Следовательно, E — это подмножество $P(X) \setminus \{\}$, где $P(X)$ — супермножество [2].

На рисунке 2 изображен пример математической модели гиперграфа, где $X = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7\}$ и $E = \{e_1, e_2, e_3, e_4\} = \{\{v_1, v_2, v_3\}, \{v_2, v_3\}, \{v_4\}, \{v_3, v_5, v_6\}\}$.

Основное преимущество HyperGraphDB лежит в хорошо продуманной структуре, рефлексивной модели данных, в динамической схеме расширения и открытой архитектуре хранения, позволяющей производить специфичные до-

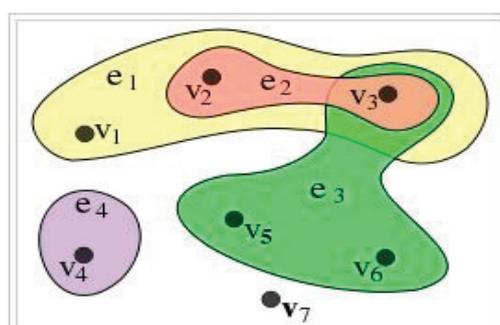


Рис. 2. Пример гиперграфа

менные оптимизации. Также следует отметить, что гибкость структуры служит предпосылкой для увеличения производительности во время эксплуатации.

В то время как гиперграф может быть представлен в виде однородного графа, обратное также возможно, хоть и не тривиальным способом. Многие графы будут представлять собой повторяющиеся шаблоны, вытекающие из ограничений, которые связаны с классической моделью графа. В HyperGraphDB подобные шаблоны могут быть абстрагированы в виде гиперграфов, что приведет к уменьшению количества узлов и операций в базе данных. К примеру, потоковые графы, в которых ребра отображают многоканальные соединения входов-выходов, могут храниться намного более компактно при использовании гиперграфовой модели данных.

Применение графовых баз данных обоснованно при применении емких запросов, когда необходимо получить большое количество информации. В таких случаях графовые базы данных значительно превосходят реляционные. Однако применение графовых баз данных для простых запросов не целесообразно.

Приведем простой пример, демонстрирующий разницу между реляционными и графовыми базами данных.

Предположим, что в нашей реляционной базе данных используется связь многие — ко-многим. К примеру, нам необходимо хранить информацию о сотрудниках и отделах, в которых они работают. Традиционно в таком случае необходимо создавать третью (связующую) таблицу, хранящую пары ключей обеих таблиц (рис. 3).

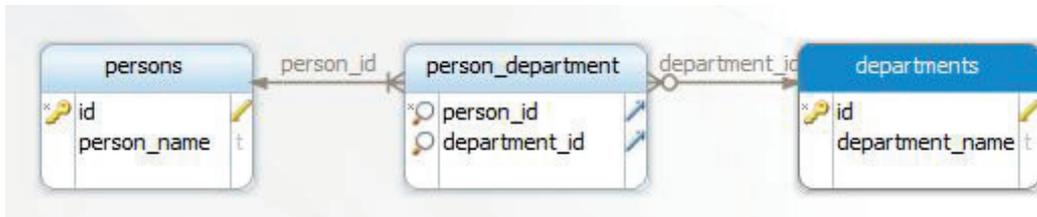


Рис. 3. Пример связующей таблицы

В таком случае наши запросы к такой базе данных будут содержать в себе вложенные команды select или join, и с каждой такой командой время выполнения запроса будет расти. Более наглядная иллюстрация подобной базы данных изображена на рис 4.

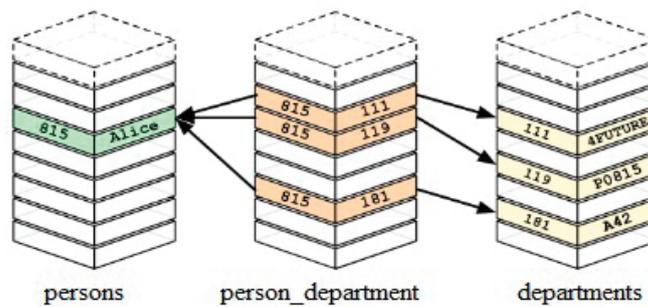


Рис. 4. Реализация в виде реляционной базы данных

На рисунке 5 изображена аналогичная база данных, но уже в виде графовой базы данных. Сразу видно, что теперь уже больше нет связующих таблиц, и данные из обеих таблиц соединены напрямую через ребра, что приведет к увеличению скорости обработки.

Редакторы Wordnet

WN имеет огромное значение в большинстве задач связанных с обработкой языковых структур. За все время существования WN было не так много систем, предоставляющих возможность редактировать WN. Основным недостатком разработанных систем являются строгие лицензионные ограничения, а так же тот факт, что большинство систем разработаны под какой-либо конкретный язык.

Именно поэтому разработка общедоступного редактора WN с поддержкой нескольких языков является перспективной.

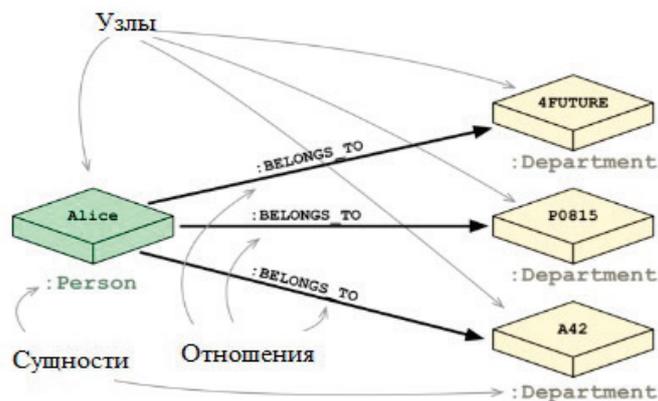


Рис. 5. Реализация в виде графовой базы данных

Для разработки редактора, который сможет привлечь к себе интерес пользователей, необходимо учесть недостатки уже разработанных систем и реализовать доступный и богатый интерфейс.

К наиболее известным редакторам WN относятся: VisDic (2004), GernEdit (2010), KUI (2008).

Анализ перечисленных систем, помогает выделить некоторые недостатки каждой из них.

- **VisDic.** Полезность данной системы ограничена тем, что обработка данных ведется при помощи xml парсинга, что является менее эффективным в сравнении с непосредственной обработкой текстовых файлов. Позднее на смену VisDic пришла DEBVisDic, которая, однако, тоже не является идеальной. Данная система полностью зависит от браузера Mozilla Firefox. Кроме того интерфейс DEBVisDic не является максимально интуитивным для пользователя;

- **GernEdit.** Предназначен для работы только лишь с одним языком (немецким) и имеет лицензионные ограничения (запрет на распространение и коммерческое использование);

- **KUI.** Крайне ограниченный функционал. Система позволяет работать только с леммами.

Как видно из списка, к основным недостаткам относятся лицензионные ограничения, неинтуитивный интерфейс и бедность функционала. Но если лицензионные ограничения и функционал зависят от предпочтений конкретного разработчика, то выбор технологии для проектирования интерфейса может быть более или менее общим.

Технологии проектирования интерфейса

Поскольку одной из наиболее предпочтительных баз данных для разработки редактора WN является HypergraphDB, к которой удобно обращаться с помощью языка программирования Java, то и разработка интерфейса на Java будет весьма логичным решением. Однако крайне желательно придерживаться методологии разделения логической и графической части. Наиболее известными технологиями создания интерфейса на языке Java являются:

- Swing;
- JavaFX;
- Google Widget ToolKit (GWT).

Для начала стоит сравнить Swing и JavaFX. Две этих библиотеки очень похожи, как с точки зрения элементной базы, так и с точки зрения синтаксиса. Однако есть и весомые различия. JavaFX, в отличие от Swing, можно применять не только для разработки настольных приложений, но и для разработки под iOS и Android, а также для создания веб-сервисов. Кроме того, графические решения, реализованные при помощи Swing, зависимы от платформы, на которой запускается приложение. Это означает, что стандартные элементы (окна, кнопки и т.д.) на разных платформах будут выглядеть по-разному.

Кроме того, в JavaFX прослеживается четкое разделение бизнес-логики и интерфейса. Для написания логики используется Java 1.5 и выше, а для создания интерфейса применяется JavaFX Script, называемый FXML.

GWT также как и JavaFX отлично подходит для разработки RIA (англ. Rich Internet Application). При их сравнении, следует отметить, что GWT более приемлем для разработки веб-сервисов. Однако используемый в этой технологии компилятор весьма медленный, что приводит к большим задержкам при разработке. Компиляция небольшого проекта на компьютере средней мощности может занять несколько минут.

Заключение

При разработке редактора для лингвистической модели Wordnet необходимо крайне ясно представлять ее внутреннюю реализацию. Выбор базы данных, в которой будет храниться весь набор отношений должен предполагать возможность представления данных в виде графа. Для реализации интерфейса следует выбирать технологии разработки RIA.

Литература:

1. HyperGraphBD — база данных на основе графов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/82171/>, свободный (25.08.2016).
2. HyperGraph [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hypergraph>, свободный (25.08.2016).
3. Wordnet [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://wordnet.princeton.edu/>, свободный (27.08.2016).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Технология переработки соковых выжимок топинамбура для получения пищевых продуктов

Атаханов Шухрат Нуриддинович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой;
Каноатов Хайрулло Муродиллаевич, кандидат технических наук, доцент;
Сарибаева Дилором Акрамжановна, старший преподаватель;
Маллабоев Одил Тохиржанович, ассистент;
Рахимов Умид Юнусжанович, ассистент
Наманганский инженерно-педагогический институт (Узбекистан)

В статье рассмотрена технология переработки соковых выжимок топинамбура для получения десертов с пониженным содержанием сахара и джема. Дан анализ химического состава топинамбура и вторичного сырья. Предложены технологические схемы и основные параметры производства готовых продуктов из соковых выжимок топинамбура.

Ключевые слова: вторичное сырьё топинамбура, десерт, джем, пектин, рисовая сечка, инулин, метилцеллюлоза

В XXI веке среди основных проблем, стоящих перед человеческим обществом в наше время, можно выделить несколько главных, преобладающих над всеми другими:

– обеспечение населения земного шара продуктами питания, энергией, сырьем, в том числе водой и охрана окружающей среды, экологическая и радиационная безопасность жителей планеты, замедление негативных последствий интенсивной производственной деятельности и защита человека от результатов этой негативной деятельности.

Среди этих проблем одной из самых важных и сложных является обеспечение населения земного шара продуктами питания. Являясь одним из важнейших факторов окружающей среды, питание с момента рождения до самого последнего дня жизни человека влияет на его организм. Ингредиенты пищевых веществ, поступая в организм человека с пищей и, преобразуясь в ходе метаболизма, в результате сложных биохимических превращений в структурные элементы клеток, обеспечивают наш организм пластическим материалом и энергией, создают необходимую, физиологическую и умственную работоспособность, определяют здоровье, активность и продолжительность жизни человека, его способность к воспроизводству. Состояние питания, поэтому является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье нации. [1]

Продукты питания должны не только удовлетворять потребности человека в основных питательных веществах

и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные функции.

Это связано с тем, что последнее время произошли значительные изменения в образе жизни человека и характере его питания.

Питания населения экономически развитых стран мира широко используются продукты промышленного производства, прошедшие жесткую технологическую обработку, в результате чего из них частично или полностью удаляются природные биологически активные добавки. Дефицит этих веществ приводит к снижению защитных сил организма, формированию синдрома хронической усталости, а в частности, снижению умственной и физической работоспособности. [2]

Ещё одним фактором является то, что во многих мирах ухудшилась структура питания населения. Снизилась потребность в мясе и мясопродуктах, рыбе, молоке, растительном масле, плодах ягод. В результате возникает недостаток витаминов С, А, В, и других минеральных веществ, которые необходимы для нормальной жизнедеятельности организма. Ещё одна особенность сегодняшней реальности является загрязнение поверхности вод и суши, а также использование при выращивании растительного сырья различного рода пестицидов и ядохимикатов, приводит к загрязнению продуктов питания токсическими элементами, пестицидами, антибиотиками, радионуклидами. Все это обуславливает ослабление защитных сил организма и приводит к развитию различных заболеваний.

По оценкам специалистов ВОЗ, к 2020 году две трети всей заболеваемости в мире будут составлять хронические, неинфекционные заболевания — такие, как ожирение, сахарный диабет, сердечно — сосудистые и др. [2]

У большинства населения стран мира, по данным ученых выявлены нарушения полноценного питания, обусловленные как недостаточным потреблением пищевых веществ и прежде всего нарушением пищевого статуса населения и это:

- дефицитом витаминов (аскорбиновой кислоты, рибофлавина (B_2), тиамина (B_1), фолиевой кислоты, ретинола (А) и В — каротина, токоферола и др.);
- дефицит минеральных веществ (кальция, железа);
- дефицит микроэлементов (селена, цинка, йода, фтора);
- дефицит пищевых волокон.

Организация здорового питания населения — сложный и многофакторный процесс. Который можно реализовать только опираясь на глубокие знания, стройную научную концепцию и продуманную научно-техническую политику.

На основании выше изложенного нами разработано технология получения джема из вторичного сырья соковых выжимок топинамбура и десерта с пониженным содержанием сахара.

Для приготовления десерта соковые выжимки топинамбура сортируют, инспектируют, очищают, моют и припускают до готовности, протирают, параллельно к этому рисовую сечку перебирают, инспектируют, просеивают и дробят для получения рисовой муки и варят с добавлением лимонной кислоты полученную кашу протирают а метилцеллюлозу заливают соком, кипятят и оставляют для набухания. Раствор метилцеллюлозы соединяют с протертой рисовой кашей, выжимками топинамбура, вводят охлажденный сок, сахар перемешивают до полного растворения метилцеллюлозы, смесь охлаждают и фрезеруют

При производстве этого десерта мы снизили количества добавляемого сахара в 4 раза и оно богато пищевыми волокнами, пектином и минеральными веществами.

Для приготовления джема соковые выжимки топинамбура, сортируют, инспектируют, моют и припускают до готовности и измельчают, параллельно к этому варят свеклу до готовности, очищают и протирают дважды на машине для тонкого измельчения вареных продуктов с получением свекольной массы и полученные массы соединяют, перемешивают, варят с добавлением сахара — песка, вводят лимонный сок и до окончания варки вводят раствор пектина, перемешивают, охлаждают и упаковывают.

Известно, что топинамбур содержит до 24% сухих веществ. Сухие вещества топинамбура содержит 3–15% белка, 0,2–1,0% жира и 16–18% углеводов (инулин, пектин, клетчатка) наиболее ценным является инулин-полисахарид полифруктозного типа. Инулин способен расщепляться до фруктозы, которая не вызывает повышения содержания сахара в крови, поэтому изделия

из топинамбура можно использовать в питании больных сахарным диабетом и ожирением.

Инулин и его производные содержащихся в соковых выжимках топинамбура являются стимуляторами роста биофило-и лактобактерий-представителей нормальной микрофлоры кишечника, поэтому инулин содержащие продукты показаны при лечении и профилактике дисбактериозов.

На фоне желчегонного эффекта, которым обладает инулин, улучшаются функции печени, поджелудочной железы кишечника, нормализуется обмен холестерина. Несмотря на высокое содержания углеводов, соковые выжимки топинамбура характеризуется гликемическим индексом и рекомендованы для включения в рацион больных диабетом как источник энергии, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон.

Пектин содержащийся в клубнях топинамбура выводят из организма соли тяжелых металлов, другие яды, радионуклиды холестерина, что обуславливает его антисклеротическое, желче- и мочегонное действие.

Клубни топинамбура богаты фосфором (500 мг% от общей золы) и калием (200 мг%). Содержат много микроэлементов (железа 12,0 мг%, кремния 8,0 мг%, кальция 40,0 мг%, натрия 17 мг%, магний 31,7 мг%, марганец 44 мг%, хлора 3,2 мг%), а также витаминов каротин 12–42мг/кг витамин С —42–31мг B_1 13,—7,6 мг B_2 0,8–3мг РР-10,7–22,2мг, холин-1936–3100мг, оно также содержит селен.

По витаминному и минеральному составу топинамбура превосходит картофель.

Организм человека, получающий с соковыми выжимками топинамбура комплекс биологически активных веществ, становится более устойчивым к стрессам и болезням.

Ещё одним компонентом при производстве десерта с пониженным содержанием сахара является мука из рисовой сечки. Как известно рисовая сечка содержит углеводов до 75,8% и белков до 7,6%. Однако в рисе в отличие от других нет глютина — растительного белка для аллергиков. Рисовая мука содержит восемь аминокислот, необходимых для строения новых клеток организма, растительные жиры содержащиеся в рисовой муке необходимы для хорошего состояния волос, кожи и ногтей. Сложные углеводы рисовой муки обеспечивает приток энергии и позволяет долго оставаться сытым. Клетчатка рисовой муки способствует улучшения пищеварения и очищению организма. В нем много фосфора, цинка, кальция, железа, йода и витаминов группы В: Тиамин B_1 Рибофлавин B_2 , Ниацин B_3 , витаминов B_6 , РР, Е и каротина, способствующих укреплению нервной системы.

Этот десерт богат пищевыми волокнами и оно способствует быстрому выводу сахара из организма.

При приготовлении джема из вторичного сырья соковых выжимок топинамбура нами использовано сахарная свекла. Свекла единственная культура, которая содержит в своем составе бетаин — продукт фермента-

тивного расщепления холина, играющего важную роль в обмене веществ человека. Оно богато витаминами, минеральными веществами и содержит белков — 1,7%,

углеводов — 10,2%, а также и не приводит к удорожанию готового продукта, а также эти продукты полезные для организма человека.

Литература:

1. М. Косимов, Р. Хусамутдинов. Ер ноки-соғлом овқатланиш омили. Рисола — Т.: Иқтисодиёт, 2014—48 б.
2. Поздняковский, В. М., Челноков Н. Г., Кузнецов О. С., Гаврилова А. Ф. Кризис питания современного человека вопросы качества и безопасности пищевых продуктов. // Известия вузов. Пищевая технология. — 2004. — № 1 стр. 25—28.
3. Солиев, М. И., Атаханов Ш. Н., Акрамбоев Р. А. Расчет электронных строении молекулы некоторых веществ с основе компьютерных программ. // Новые информационные технологии в науке. Сборник статей Международной научно-практической конференции Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. — Том. 2. Страницы: 12—15.
4. Кожухова, М. А., Бахратова, Алтуньян М. К., Хрипко И. А., Рылская Л. А. разработка технологии продуктов функционального питания на основе топинамбура // Известия вузов. Пищевая технология. — 2005. — № 2—3, стр. 25—28.
5. Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцкая, В. Г. Гарбань. Новые мучные кондитерские изделия повышенной биологической ценности с использованием порошка топинамбура. // Известия вузов. Пищевая технология. — 2007 № 4 35—37 стр.

Теоретические основы выбора дисперсной фазы для получения коррозионно-стойкого серного композиционного материала

Базин Владлен Владимирович, магистрант;
 Шитова Инна Юрьевна, кандидат технических наук, доцент
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В работе приводятся теоретические основы выбора дисперсной фазы для получения химически стойкого серного композита. В качестве критерия использованы рассчитанные значения изобарно-изотермического потенциала. Сделан вывод, что кварцосодержащие наполнители, сульфаты натрия, калия, магния, кальция и марганца инертны к действию серы и агрессивных сред.

Ключевые слова: сера, серный композит, наполнитель, энергия Гиббса

Большинство породообразующих минералов, а также наиболее распространенные соединения, входящие в состав минералов, являются по отношению к сере химически активными, что, во многих случаях, приводит к образованию растворимых веществ, снижающих показатели эксплуатационных свойств. К химически активным наполнителям относятся вещества, способные вступать в химическое взаимодействие с вяжущем с образованием на границе раздела фаз «дисперсионная среда-дисперсная фаза» соединений различного состава, которые оказывают значительное влияние на процессы формирования структуры материала и его физико-механические и эксплуатационные свойства.

В настоящей работе выбор наполнителя для изготовления серных композитов, стойких в различных средах осуществляли с применением критериального подхода [1]. На практике в качестве критерия для оценки направленности процесса используют изобарно-изотермический потенциал ΔG :

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S, \tag{1}$$

где ΔH — энтальпия процесса; ΔS — энтропия процесса; T — температура.

Изменение энтальпии ΔH и энтропии ΔS реакции согласно закону Гесса (первое следствие из закона Гесса) равны:

$$\Delta_r H_{298}^\circ = \sum_{j=1}^N (n_j \cdot \Delta_f H_{298,j}^\circ)_{\text{прод}} - \sum_{i=1}^M (n_i \cdot \Delta_f H_{298,i}^\circ)_{\text{исх}}, \tag{2}$$

$$\Delta_r S_{298}^\circ = \sum_{j=1}^N (n_j \cdot S_{298,j}^\circ)_{\text{прод}} - \sum_{i=1}^M (n_i \cdot S_{298,i}^\circ)_{\text{исх}}, \tag{3}$$

где $\Delta_r H_{298}^\circ$ — стандартный тепловой эффект реакции при 298 К; $\Delta_f H_{298,j}^\circ$ и $\Delta_f H_{298,i}^\circ$ — стандартные тепловые эффекты образования продуктов реакции и исходных веществ соответственно; $\Delta_r S_{298}^\circ$ — энтропия реакции при 298 К; $S_{298,j}^\circ$ и $S_{298,i}^\circ$ — стандартные энтропии образования продуктов реакции и исходных веществ соответ-

ственно; n_j и n_i — количество вещества продуктов реакции и исходных веществ соответственно.

Тепловой эффект реакции при другой температуре (отличной от стандартной) согласно закону Кирхгофа равен:

$$\Delta_r H_{T_2} = \Delta_r H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p dT, \quad (4)$$

где $\Delta_r H_{T_2}$ и $\Delta_r H_{T_1}$ — тепловые эффекты реакции при T_2 и T_1 соответственно; ΔC_p — изменение теплоёмкости системы реагирующих веществ в конечном и начальном состоянии.

При расчёте ΔG возможны следующие варианты:

1) $\Delta G < 0$; 2) $\Delta G = 0$; 3) $\Delta G > 0$.

Первый вариант означает, что при данных условиях (температуре, давлении, концентрации и т.д.) возможно самопроизвольное протекание исследуемого процесса. Второй вариант — созданных внешних условий недоста-

точно для проведения процесса, система находится в состоянии равновесия. Третий вариант — при данных условиях протекание процесса невозможно.

В данной работе термодинамический подход использовался для оценки возможности следующих химических взаимодействий: 1) между наполнителем и серой в процессе приготовления материала; 2) между наполнителем и агрессивной средой в процессе эксплуатации материала; 3) между сульфидами, образующимися на границе раздела фаз «сера-наполнитель», и агрессивной средой.

По результатам термодинамического анализа, которому были подвергнуты основные породообразующие минералы, а также наиболее распространенные соединения, входящие в состав минералов, осуществляли выбор дисперсной фазы (табл. 1). Главным критерием выбора наполнителя являлась его химическая инертность к взаимодействию с серой и к действию различных кислот и солей.

Таблица 1. Результаты термодинамических расчётов*

Компонент наполнителя	Энергия Гиббса, кДж/моль										
	Образование сульфида при температуре изготовления ($T=160^\circ\text{C}$)	Эксплуатационные среды									
		кислоты						соли			
		соляная		серная		азотная		хлорид натрия		сульфат магния	
		$T=25^\circ\text{C}$	$T=50^\circ\text{C}$	$T=25^\circ\text{C}$	$T=50^\circ\text{C}$	$T=25^\circ\text{C}$	$T=50^\circ\text{C}$	$T=25^\circ\text{C}$	$T=50^\circ\text{C}$	$T=25^\circ\text{C}$	$T=50^\circ\text{C}$
Оксиды											
NaO	-287,9	$\frac{-449,2}{-233,2}$	$\frac{-432,4}{449,9}$	$\frac{-451,1}{-234,8}$	$\frac{-327,4}{556,4}$	$\frac{-412,8}{-196,5}$	$\frac{-380,0}{503,8}$	–	–	$\frac{1601,9}{2624,3}$	$\frac{1773,8}{330,3}$
K ₂ O	-499,3	$\frac{-540,6}{-245,0}$	$\frac{-529,5}{417,2}$	$\frac{-543,2}{-247,6}$	$\frac{-403,5}{-233,2}$	$\frac{-541,0}{-245,5}$	$\frac{-388,8}{558,0}$	$\frac{-116,7}{-11,71}$	$\frac{-123,6}{-32,72}$	$\frac{1484,1}{1668,6}$	$\frac{1669,9}{2460,6}$
MgO	-161,7	$\frac{-70,0}{41,1}$	$\frac{-56,3}{99,8}$	$\frac{-2027,3}{-1916,2}$	$\frac{-2073,4}{-1913,3}$	$\frac{-252,8}{-141,7}$	$\frac{-123,1}{33,0}$	$\frac{353,9}{610,1}$	$\frac{349,7}{636,9}$	–	–
CuO	-162,2	$\frac{-72,4}{-35,4}$	$\frac{-42,9}{99,9}$	$\frac{-75,5}{40,1}$	$\frac{-43,3}{147,7}$	$\frac{-939,1}{-823,5}$	$\frac{-947,2}{-756,5}$	$\frac{496,7}{276,5}$	$\frac{494,3}{-300,6}$	$\frac{1951,8}{1956,3}$	$\frac{2030,4}{2065,0}$
CaO	-66,3	$\frac{-183,6}{-110,1}$	$\frac{-189,1}{-70,3}$	$\frac{-275,5}{-184,1}$	$\frac{-236,4}{-117,6}$	$\frac{-215,2}{-41,7}$	$\frac{-85,9}{33,0}$	$\frac{240,4}{123,2}$	$\frac{216,9}{-520,2}$	$\frac{1769,8}{1732,1}$	$\frac{1836,9}{1799,7}$
ZnO	-81,5	$\frac{-98,3}{-16,8}$	$\frac{-128,9}{-25,9}$	$\frac{-102,0}{-20,5}$	$\frac{-88,4}{14,6}$	$\frac{-1950}{-1869}$	$\frac{-1996,0}{-1893,0}$	$\frac{697,2}{217,7}$	$\frac{641,8}{-522,8}$	$\frac{1925,3}{1895,7}$	$\frac{-1985,0}{1932,0}$
BaO	-146,8	$\frac{-330,4}{-215,9}$	$\frac{-298,8}{-188,9}$	$\frac{-375,4}{-260,9}$	$\frac{-217,3}{-107,4}$	$\frac{-345,3}{-230,8}$	$\frac{-155,8}{-45,9}$	$\frac{93,5}{17,4}$	$\frac{108,2}{-638,8}$	$\frac{1651,9}{1655,3}$	$\frac{1857,1}{1869,9}$
SiO ₂	302,3	$\frac{107,4}{-}$	$\frac{59,5}{-}$	–	–	–	–	$\frac{955,3}{-}$	$\frac{871,5}{-}$	–	–
PbO	-108,6	$\frac{-172,5}{-63,8}$	$\frac{-157,8}{-25,0}$	$\frac{-172,6}{-63,9}$	$\frac{-181,6}{-48,7}$	$\frac{-146,2}{-37,5}$	$\frac{-160,5}{-27,6}$	$\frac{251,4}{169,5}$	$\frac{248,2}{-474,9}$	$\frac{1853,9}{1852,3}$	$\frac{1890,9}{1868,7}$
MnO	-21,1	$\frac{-111,4}{-60,7}$	$\frac{-83,9}{-11,3}$	$\frac{-146,0}{-95,3}$	$\frac{-163,9}{-91,3}$	$\frac{-89,7}{-39,0}$	$\frac{-105,1}{-32,5}$	$\frac{312,5}{172,6}$	$\frac{322,1}{-461,2}$	$\frac{1881,3}{1820,9}$	$\frac{1909,5}{1826,1}$
FeO	-36,92	$\frac{-106,5}{-47,0}$	$\frac{-186,4}{-200,6}$	$\frac{-122,0}{-62,5}$	$\frac{-212,1}{-226,3}$	$\frac{-3030}{-2971}$	$\frac{-3122,6}{-3136,8}$	$\frac{317,4}{186,3}$	$\frac{219,6}{-650,5}$	$\frac{1905,3}{1853,7}$	$\frac{1861,2}{1688,1}$

Соли											
Na ₂ CO ₃	193,0	$\frac{-163,4}{-}$	$\frac{-202,2}{-}$	$\frac{-164,8}{-}$	$\frac{-95,7}{-}$	$\frac{-126,5}{-}$	$\frac{-148,3}{-}$	-	-	$\frac{1813,2}{-}$	$\frac{1957,8}{-}$
Na ₂ SO ₄ **	242,4	$\frac{1,44}{-}$	$\frac{8,23}{-}$	-	-	$\frac{38,3}{-}$	$\frac{40,38}{-}$	-	-	-	-
K ₂ CO ₃	149,7	$\frac{-196,3}{-}$	$\frac{-144,8}{-}$	$\frac{-198,9}{-}$	$\frac{-18,7}{-}$	$\frac{-196,8}{-}$	$\frac{-4,1}{-}$	$\frac{-33,0}{-}$	$\frac{57,3}{-}$	$\frac{1779,0}{-}$	$\frac{2034,7}{-}$
K ₂ SO ₄ **	256,3	$\frac{2,6}{-}$	$\frac{9,58}{-}$	-	-	$\frac{1973,0}{-}$	$\frac{1985,6}{-}$	$\frac{1,2}{-}$	$\frac{1,36}{-}$	-	-
MgCO ₃	-92,5	$\frac{-20,4}{41,1}$	$\frac{-35,8}{99,8}$	$\frac{-1978}{-1916}$	$\frac{-2052,9}{-1913,3}$	$\frac{-1956,1}{-141,7}$	$\frac{-2030,0}{33,0}$	$\frac{142,7}{610,1}$	$\frac{165,8}{636,9}$	-	-
MgSO ₄ **	1915,7	$\frac{1957,3}{-}$	$\frac{2012,1}{-}$	-	-	$\frac{21,6}{-}$	$\frac{23,0}{-}$	$\frac{1955,8}{-}$	$\frac{1434,4}{-}$	-	-
CuCO ₃	680,5	$\frac{-173,9}{-}$	$\frac{-226,5}{-}$	$\frac{-177,0}{-}$	$\frac{-226,6}{-}$	$\frac{-1053}{-}$	$\frac{-1144,8}{-}$	$\frac{19,5}{-}$	$\frac{890,9}{-}$	$\frac{5018,9}{-}$	$\frac{5188,9}{-}$

Примечания: в числителе — значения энергии Гиббса для процесса взаимодействия наполнителя с агрессивной средой; в знаменателе — то же для процесса взаимодействия сульфидов, образующихся на границе раздела фаз «сера — наполнитель», с агрессивной средой; * — значения термодинамических величин взяты из справочной литературы [2...4]; ** — применение наполнителя возможно только после экспериментальной проверки в разбавленных растворах указанных солей и кислот.

Из анализа табл. 1 видно, что для изготовления серных материалов, стойких в растворах различных кислот и солей, целесообразно использовать кварцосодержащие наполнители (андезит, опоку, диабаз, кварц и др.), а также сульфаты натрия, калия, магния, кальция и марганца. Эти наполнители инертны к действию серы и агрессивных сред. На что указывает изобарно-изотермический потенциал ($\Delta G > 0$). Сульфаты натрия, калия, магния и марганца являются растворимыми в воде, поэ-

тому их применение возможно только после экспериментальной проверки в разбавленных растворах указанных кислот и солей. Поэтому, в качестве наполнителя для изготовления химически стойких композитов на основе серного вяжущего предлагается использовать кварцевую муку, полученную измельчением речного кварцевого песка (р. Сура). Кроме инертности, кварцевый песок является еще и доступным и широко распространенным сырьем в Пензенской области.

Литература:

1. Антонов, А. В. Системный анализ [Текст] / А. В. Антонов. — М.: Высшая школа, 2004. — 454 с.
2. Карапетьянц, М. Х. Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ [Текст] / М. Х. Карапетьянц, М. Л. Карапетьянц. — М.: «Химия», 1968. — 472 с.
3. Рабинович, В. А. Краткий химический справочник [Текст] / В. А. Рабинович, З. Я. Хавин. — Л.: «Химия», 1978. — 392 с.
4. Равдель, А. А. Краткий справочник физико-химических величин [Текст] / А. А. Равдель, К. П. Мищенко. — Л.: «Химия», 1974. — 200 с.
5. Стромберг, А. Г. Физическая химия [Текст] / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко. — М.: «Высшая школа», 1999. — 527 с.

Перспективы развития высокоскоростного движения

Бодров Павел Александрович, доцент; Вдовина Елена Евгеньевна, студент;

Стогний Елена Андреевна, студент

Ростовский государственный университет путей сообщения

Высокоскоростное движение в настоящее время является необходимостью для развития хозяйственной деятельности и промышленности нашей страны. Железнодорожный транспорт движущийся со скоростью от 200 до 350 км/ч экономически выгоден, конкурентно способен и экологически чист.

Высокоскоростные железнодорожные магистрали представляют собой сложный технический комплекс, включающий как технические элементы, такие как инфраструктура, подвижной состав и системы управления, так и технологические приемы, в частности, организация эксплуатации, обслуживания систем и устройств, а также компоненты, позволяющие решать финансовые, коммерческие, экологические, социальные и управленческие задачи с учетом человеческого фактора.

Как показал опыт эксплуатации высокоскоростных линий в ряде стран, максимальные скорости движения поездов в зависимости от конкретных условий и конструктивных параметров линий достигают 250–350 км/ч. При обеспечении заданного уровня безопасности и комфорта высокоскоростные магистрали (далее по тексту ВСМ) имеют явные преимущества в сравнении с другими видами транспорта. Россия вплотную подошла к сооружению ВСМ. На государственном уровне приняты решения, определяющие перспективы отечественного железнодорожного транспорта, в том числе и высокоскоростного железнодорожного движения. Они сформулированы в «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» и в Указе Президента Российской Федерации «О мерах по организации движения высокоскоростного железнодорожного транспорта в Российской Федерации» (2010 г.).

В результате анализа транспортных связей были выделены крупные железнодорожные узлы, связывающие города страны и позволяющие определить 18 основных маршрутов ВСМ.

В настоящее время выполнена первая часть этой программы — реконструкция существующей железной дороги Санкт-Петербург — Москва для движения пассажирских поездов со скоростью 200 км/ч. Планируется развитие высокоскоростного движения со скоростями 350–400 км/ч до 2030 года по направлениям: Москва — Нижний Новгород-Казань; Казань — Екатеринбург; Казань — Самара; Омск — Красноярск. На Северо-Кавказкой железной дороге ВСД уже получило широкое распространение в результате модернизации участка Туапсе-Адлер в ходе подготовки к Зимним Олимпийским играм 2014 г. В настоящее время разработана концепция организации скоростных перевозок, необходимая для

проведения чемпионата Мира по футболу в 2018 г. На Северо-Кавказкой железной дороге уже успешно курсирует скоростной электропоезд «Ласточка» по маршруту Ростов-на-Дону — Краснодар — Сочи.

Скоростное движение подразумевает создание контактной сети с повышенными требованиями к качеству токосъёма, а так же устойчивость к климатическим воздействиям. Контактная сеть является ответственным устройством высокоскоростной электрифицированной линии. Устройства контактной сети нерезервируемы, поэтому при проектировании сооружений для обеспечения надежно предусматриваются специальные провода и изоляторы, рациональные конструкции и схемы, высокопрочные и износостойкие материалы, принимаются повышенные коэффициенты запаса прочности.

Руководство ОАО «Российские железные дороги» поставило задачу обеспечить скорость движения поездов до 250 км/ч. и свыше до 350 км/ч. Сейчас многочисленный отряд ученых и специалистов проводит подготовительную работу — утверждены технические условия модернизации, конструкторская и технологическая документация по адаптации контактной сети КС-200 под сеть КС-250, КС-350.

Контактная сеть включает контактную подвеску, поддерживающие конструкции, опорные конструкции, коммутационные и защитные аппараты. На высокоскоростных линиях применяются компенсированные одинарные и двойные цепные контактные подвески с простыми и рессорными струнами.

В соответствии с техническими требованиями к устройствам тягового электроснабжения скоростных железных дорог потребовалось разработать новые контактные подвески КС-200, КС-250 (адаптированная от КС-200), КС-350. Создать для них высоконадежные мало обслуживаемые опоры и поддерживающие устройства, имеющие повышенный срок службы и позволяющие снизить затраты труда на обслуживание. Поддерживающие устройства выполнены из высокоэффективных конструктивных материалов: консоли и фиксаторы — из оцинкованных труб, жесткие поперечины — из оцинкованных блоков. Применены компенсаторы барабанного типа с торможением из алюминиевого сплава. В контактной подвеске использована принципиально новая арматура из материалов, имеющих высокие механические и электрические параметры, применены мерные токопроводящие струны и т.д. С самого начала разработки проекта был выбран тип контактной подвески КС-200 — цепная одинарная компенсированная. Для участков постоянного тока она выполняется с рессорными тросами в опорных

узлах, а для переменного тока — без рессорных тросов (со смещенными опорными струнами). Такой тип имеет большую неравномерность эластичности, однако с учетом повышенного натяжения контактного провода это незначительно сказывается на динамических параметрах взаимодействия с токоприемниками. Важным преимуществом нерессорной подвески является простота монтажа и эксплуатации.

В новых модификациях КС-200 применены бронзовые контактные провода БрФ-120 сечением 120 мм² с повышенным до 18–20 кН натяжением. Повышение натяжения заметно улучшило статические и динамические характеристики: выровняло эластичность и увеличило скорость распространения поперечной волны. Тем самым, удалось улучшить параметры взаимодействия подвески с токоприемниками и снизить интенсивность износа контактного провода и контактных пластин токоприемников.

Несущий трос тоже выполнен из бронзы с повышенным разрывным усилием, обеспечивающим надежность работы контактной подвески с учетом возможных аварийных нагрузок. Струны изготавливают из гибких бронзовых и медных токопроводящих проводов. Рессорные тросы высокоскоростных подвесок выполняют из бронзового троса сечением 25 мм² и выше. Струны, соединяющие несущий трос и контактные провода, могут изготавливаться звеньевыми из биметаллической проволоки диаметром 4 мм, гибкими из многожильного медного или бронзового провода сечением 10–16 мм² или петлевыми. Система струн контактной подвески устроена так, что она увеличивает эластичность и устойчива к ответственным участкам (опорные узлы) контактной сети в пролете.

Консоли изготовлены из стальных или алюминиевых труб с арматурой из высокопрочного чугуна ВЧ-40, нержавеющей стали или алюминиевых сплавов. Горизонтальная изолированная конструкция консоли позволяет регулировать несущий трос по зигзагу без изменения его положения по высоте.

Дополнительные фиксаторы выполнены из легких алюминиевых труб, все зажимы на контактном проводе имеют минимальную массу. Благодаря этому токоприемник,двигающийся на высокой скорости, практически не встречает на своем пути «жестких точек» нагрузок. Максимальная длина пролета составляет 65 м. В настоящее время на железных дорогах страны используются фарфоровые, стеклянные и полимерные изоляторы. Для ВСМ применяются только полимерные изоляторы, которые имеют ряд преимуществ: масса полимерных изоляторов в 10–20 раз меньше массы гирлянд изоляторов изготовленных из других материалов и они обладают большой механической прочностью. Изоляторы из полимерных материалов практически не пробиваемы при воздействии грозových и коммутационных перенапряжений. Металлические опоры были разработаны УКС в ходе разработки первого проекта по контактной сети КС-200 в 1990-х гг. Впервые в России в технических требованиях

на опору был определен срок службы не менее 50 лет при минимальном обслуживании в ходе эксплуатации, кроме того выдвигались жесткие требования по точности установки опоры в грунте.

При монтаже контактной подвески используются металлические двухшвеллерные опоры, которые в 3–4 раза легче железобетонных и не уступают им в мощности. Было выбрано исполнение опоры в виде двух несущих швеллеров, соединенных между собой планками и приваренных к основанию, состоящему из двух плит. Соединение швеллеров с основанием усилено ребрами жесткости. Опору такой конструкции определили как «металлическую коробчатую двухшвеллерную». Защита от коррозии опоры осуществлено путем нанесения покрытия толщиной 120–150 мкм, выполненного методом горячего цинкования, что определило некоторые особенности конструкции опоры. Так, при сварке опоры не применялись швы внахлест, отсутствовали глухие полости, предусмотрены технологические отверстия и т.д. Для районов с расчетной температурой до минус 40С опоры изготавливаются из стали марки Ст. 3пс5, при расчетной температуре до минус 50С — из стали марки 09Г2С-6. Опоры прошли обязательную сертификацию в Регистре сертификации на Федеральном железнодорожном транспорте. Контактная сеть КС-200, КС-250 допускает движение поездов со скоростью 200–250 км/час, но на данный момент она имеет два основных недостатка ухудшающих качество токосъема при высоких скоростях движения: наличие отрицательных стрел провеса контактных проводов вместо беспровесного их положения и повышенный коэффициент неравномерности эластичности подвески в пролете, равный 1,4–1,5 вместо проектной величины, равной 1,21. Повышенные требования к качеству токосъема связаны с икрением, с повышенной необходимостью нормального токосъема контактной подвески. Особыми зонами токосъема являются опорные узлы и середина пролета, где теоретически может быть больше стрела провеса. В данное время широкое распространение получила контактная подвеска КС-160, хотя скоростные данные у нее ниже, но она зарекомендовала себя лучше. Технические и экономические преимущества контактной подвески КС-160: 1) Низкая потребность в обслуживании. 2) Простота сборки конструкции. 3) Высокая коррозионная устойчивость. 4) Облегченный вес и легкость при монтаже. 5) Механическая и электрическая прочность. 6) Низкая цена на зажимы, узлы, крепления. Контактная подвеска КС-250, КС-350 в настоящее время находятся в стадии разработки и в связи с бюджетными проблемами в стране скорейшее их применение невозможно. Ярким примером применения новейших европейских разработок служит комплексная реконструкция контактной сети девятнадцатикилометрового участка Зюкай — Менделеево, проведенная компаниями «Сименс» и «Форатек-Энерго». На перегоне была установлена контактная подвеска «Сименс RE-160» и проверена ее работоспособность в сложных физико-географи-

ческих, климатических и геологических условиях Урала. При реконструкции контактной сети первого пути перегона Зюкай — Менделеево впервые в России были применены алюминиевые конструкции — консоли с трубчатым сечением из деформируемых сплавов алюминия и барабанные компенсаторы, зажимы и крепежные элементы из литейного сплава алюминия. Главное преимущество — использование конструкций из алюминиевых сплавов продлевает срок службы элементов контактной сети, то есть позволяет повышать надежность работы технических средств при значительном снижении затрат на их содержание. Для контактной сети участков тяжеловесного и скоростного движения разработана специальная конструкция отдельных элементов контактной сети. В первую очередь это электрические соединители с увеличенной площадью электрического контакта. Данные технические решения позволили полностью исключить термические разрушения узлов контактной сети на участках тяжеловесного движения. На участке Зюкай — Менделеево Свердловской железной дороги с 2003 г. находятся в эксплуатации узлы электрических соединений, выполненные на основе применения прессуемых медных зажимов по технологии компании Сименс. Предприятия промышленности «ТРЭЛ», «УКС», «Ю-Джин» освоили производство и поставляют на дороги изделия арматуры повышенной электрической (термической) прочности, в том числе из кремнисто-никелевой бронзы и специального сплава меди. Применение данных изделий в узлах новой конструкции, а также проводов из легированной меди предусматривается в контактной сети нового поколения КС-200. Одной из особенностей контактной сети КС-200 является применение компенсирующих устройств блочно-полиспастной конструкции для обеспечения механических перемещений проводов контактной подвески. При пропуске поездов повышенной массы происходит значительный (до 90°C) нагрев проводов контактной подвески токами тяговых нагрузок. Блочно-полиспастные

компенсаторы обеспечивают диапазон температурных перемещений проводов контактной подвески от -40° до 90°C и исключают необходимость сезонной регулировки положения грузов компенсирующих устройств.

По сравнению с железобетонными опорами металлические коробчатые опоры, благодаря простой диагностике их состояния и работоспособности, значительно дешевле в эксплуатации, они надежно защищены от электрокоррозии. Опоры обладают высоким качеством изготовления, которое гарантируется качественным стальным прокатом и стопроцентным контролем качества сварных швов. Не происходят потери качества при транспортировке, погрузочно-разгрузочных работах и монтаже.

Жесткие поперечины балочного типа по данному проекту предназначены для применения на станциях и перегонах для контактной подвески переменного и постоянного тока 1–5 районы по гололёдным, ветровым, снеговым нагрузкам, сейсмическим до 9 баллов и расчетной температуры до -65°C включительно. Для данной подвески используются ригели повышенной длины 55,570 м и 64,475 м с повышенной армировкой. Ригели повышенной длины 55,570 состоят из 5 блоков: двух коротких длиной 10,09 м.; трех длинных 11,4 м. Ригели длиной 64,475 состоят из 6 блоков 2-х крайних длиной 10,9 м; двух промежуточных — 10,15 м и двух средних 11,4 м.

Прогресс в области технических решений по контактной сети, особенно для скоростного движения, будет заключаться в существенном повышении натяжения проводов подвески за счет применения высокопрочных термо- и износостойких контактных проводов (легированных, бронзовых, биметаллических) с применением облегченной и надежной соединительной арматуры. Контактная сеть будет надежной, мало обслуживаемой, облегченной, менее капиталоемкой.

Проблемы высокоскоростного движения до 250 км/ч это: кривые, наличие множества автомобильных переездов, климатические факторы и строение пути.

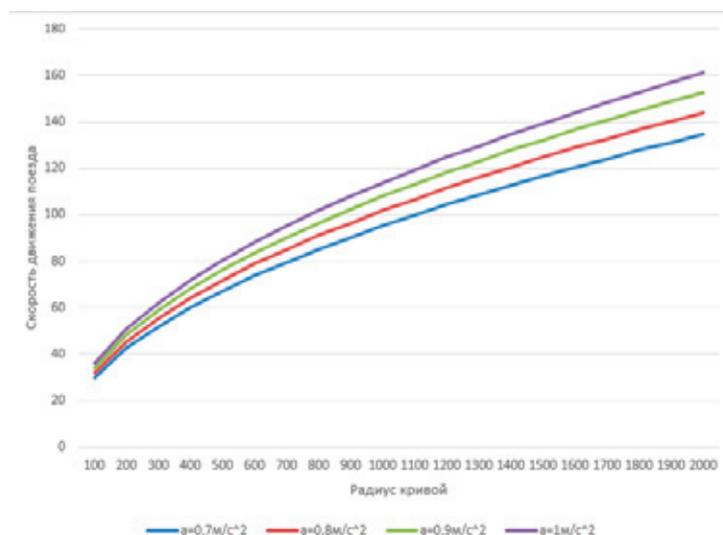


Рис. 1

Для исследования одной из проблем нами был произведен расчет влияния радиуса кривых на изменение скорости движения поезда. Для наших дорог принято непогашенное центробежное ускорение от $a_d = 0,7 \text{ м/с}^2$ до $a_d = 1 \text{ м/с}^2$.

Литература:

1. А. В. Паранин, А. В. Ефимов, Современное оборудование и конструкции контактной сети КС-160 для скоростей движения до 160 км/ч / учебно-методическое пособие / А. В. Паранин, А. В. Ефимов. — Екатеринбург: УрГУПС, 2013. — 105 с.

Исходя из расчетов и построенной диаграммы (рис.1) мы установили, что при увеличении радиуса кривых, также увеличивается скорость движения подвижного состава.

Преимущества горячей регенерации асфальтобетонных покрытий

Волинцев Павел Андреевич, магистрант
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

В статье приведены достоинства технологии горячей регенерации асфальтобетона существующего покрытия.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, покрытие, укладка асфальтобетона

Воздействие на асфальтобетонное покрытие динамических нагрузок [1] приводит к возникновению напряженно-деформированного состояния (НДС) динамического характера, которое значительно агрессивнее статической нагрузки [2]. Такое НДС приводит к возникновению дефектов в структуре асфальтобетона, которые учитываются специальным параметром материала, называемым поврежденностью. Поврежденность является функцией числа нагрузок, величина которых обуславливает возникновение в наиболее опасной точке определенных напряжений. Величина этих напряжений и функция поврежденности учитывается в современных методах расчета асфальтобетонных покрытий, которые в качестве задач включают в себя задачи разработки критериев прочности и условий пластичности [3, 4], а также способов прогнозирования изменения поврежденности [5–7]. Условия пластичности асфальтобетона, применяемые при расчете покрытия на сдвиг, получены модификацией грунтовых критериев [8–10], в которых главные напряжения вычисляются по способу, найденному в работах [11–13].

Ввиду накопления асфальтобетоном покрытия повреждений они постепенно разрушаются, что обуславливает актуальность работ по капитальному ремонту дорожной одежды. Одними из наиболее перспективных технологий ремонта являются методы холодной и горячей регенерации.

В Германии и США были разработаны технологии горячей регенерации асфальтобетонных покрытий, которые включают в себя: разогрев существующего покрытия, его фрезерование с добавлением нового вяжущего, а при необходимости гранулометрических добавок. Для реализации этой технологии созданы специальные

машины, которые получили название рециклеры (регенераторы). Рециклеры отличаются высоким качеством переработки вторично используемых материалов. Их использование дает возможность создавать нужное количество вспененного битума и других его видов вяжущего. Обеспечивающие производство дорожных материалов в необходимых объемах устройства для разогрева и переработки дорожных материалов соответствуют экологическим нормам и режимам рециркуляции вторично применяемых материалов.

Показатели механических свойств, а точнее параметры прочности и деформируемости переработанного асфальтобетона не уступают аналогичным характеристикам пористого нового асфальтобетона.

Для оценки экономической эффективности используя методы работ [3–13] нами были запроектированы две равнопрочные конструкции усиления существующего покрытия. Первая конструкция представляет собой двухслойный асфальтобетонный пакет усиления с верхним слоем из плотного асфальтобетона и нижним слоем из пористого асфальтобетона. Вторая конструкция запроектирована в виде переработанного по технологии горячей регенерации асфальтобетона с покрытием из плотного асфальтобетона.

Локальный ресурсный сметный расчет показал, что второй вариант более экономичный, что позволяет снизить затраты на 29,32%. Кроме того, расчеты по критериям накопления пластической деформации, выполненные по методам [14, 15], показали, что период эксплуатации второй конструкции по критериям ровности на 1 год 2 месяца больше, чем традиционной конструкции. Это обстоятельство повышает экономическую эффективность.

Литература:

1. Смирнов, А. В., Андреева Е. В., Герцог В. Н. Воздействие подвижных нагрузок на покрытия и основания автомагистралей // В сборнике: Актуальные проблемы архитектуры и строительства Материалы международной научно-практической конференции. 2014. с. 117–124.
2. Смирнов, А. В., Андреева Е. В., Кузин Н. В. Гашения колебаний и резонанс в дорожных конструкциях. // Наука и техника в дорожной отрасли, № 3–2006, с. 39–41.
3. Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Учет поврежденности структуры асфальтобетона в критериях прочности и условиях пластичности // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия-ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015. — с. 219–225.
4. Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Модификация критериев прочности и условий пластичности при расчетах дорожных одежд // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2015. № 1 (41). — с. 47–54.
5. Александрова, Н. П., Чусов В. В. Применение интегральных уравнений наследственных теорий для расчета изменения мер теории поврежденности при воздействии повторных нагрузок (eng) // Инженерно-строительный журнал. — 2016. № 2 (62). — с. 69–82.
6. Александрова, Н. П., Чусов В. В. Особенности расчета асфальтобетонных покрытий по сопротивлению сдвигу с учетом накапливания повреждений // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2016. № 3 (49). — с. 42–50.
7. Чусов, В. В., Александрова Н. П. Два способа расчета мер теории накапливания повреждений // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016 — с. 271–275.
8. Александров, А. С. Трехпараметрическое условие пластичности Кулона-Мора. Часть 1. Вывод критерия. // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 50–54.
9. Александров, А. С., Долгих Г. В. Модификация критерия Кулона — Мора для расчета конструкций лесных дорог по сопротивлению сдвигу. Часть 1. Ввод третьего параметра материала // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 6–2 (48). с. 6–9.
10. Александров, А. С., Долгих Г. В. Александрова Н. П. Модифицированный критерий Кулона — Мора. Часть 1. Вывод уравнения предельного равновесия. // Вестник научных конференций. — 2016. № 5–4 (9). — с. 17–18.
11. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. П. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Часть 2. Модифицированные модели расчета главных и касательных напряжений // Инженерно-строительный журнал. — 2016. № 2 (62). — С. 51–68.
12. Александров, А. С., Долгих Г. В. Александрова Н. П. Расчет минимальных главных напряжений в слое конечной толщины // Вестник научных конференций. — 2016. № 5–4 (9). — с. 23–24.
13. Александров, А. С., Долгих Г. В. Александрова Н. П. Расчет минимальных главных напряжений в грунтовом полупространстве // Вестник научных конференций. — 2016. № 5–4 (9). — с. 21–23.
14. Александров, А. С. Расчет пластических деформаций материалов и грунтов дорожных конструкций при воздействии транспортной нагрузки // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. — 2009. — № 2. — с. 3–11.
15. Стригун, Т. В., Александрова Н. П. Моделирование пластических деформаций дискретных материалов в слоях дорожных конструкций // В сборнике: Наука XXI века: опыт прошлого — взгляд в будущее: материала II международной научно-практической конференции — Омск, СибАДИ, 2016. — с. 229–233.

Метод взвешенного голосования для обнаружения аппаратных закладок

Воронов Дмитрий Сергеевич, магистрант;

Черников Владимир Валерьевич, магистрант

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Проблема аппаратных закладок становится все более серьезной, особенно с широким распространением бесфабричного и повторного производства электроники. Аппаратные закладки могут быть встроены в чип в процессе производства или в сторонних готовых блоках для проектирования микросхем (IP-cores) в про-

цессе разработки. Ранние исследования были направлены на обнаружение закладок путем сравнения подозрительных чипов с доверенным эталонным. Однако, обнаружение закладок в сторонних IP блоках гораздо более сложная задача, особенно если нет эталонного чипа. В данной работе предлагается методика для обнаружения аппаратных закладок в IP блоках сторонних производителей. Метод заключается в постепенном увеличении доверия к подозреваемым блокам, путем сравнения различных реализаций одного и того же IP-блока. Данный метод требует меньшего количества аппаратных средств по сравнению с простым методом абсолютного большинства для достижения той же степени безопасности.

Ключевые слова: IP-блоки, аппаратные закладки, информационная безопасность, самотестирование, криптографическая безопасность, физическая защита

The problem hardware bookmarking is becoming more serious, especially with the widespread fables and reuse of electronics production. Hardware tab can be embedded into the chip during the manufacturing process or in the party finished blocks for the design of chips (IP-cores) in the development process. Early research focused on the discovery by comparing bookmarks suspicious chips with a trusted reference. However, the detection of bookmarks in the third-party IP blocks are much more difficult task, especially if there is no reference chip. In this paper we propose a method for detection of hardware tabs in the IP blocks third-party manufacturers. The method consists in the gradual increase of confidence in the suspect blocks, by comparing different implementations of the same IP-block. This method requires less hardware than simple by absolute majority to achieve the same degree of safety.

Keywords: IP-blocks, hardware tab, information security, self, cryptographic security, physical protection

За последние два десятилетия исследования безопасности были сосредоточены как на сетевой и информационной безопасности, так и предотвращении кибератак. Тем не менее, аппаратные закладки вызывают более серьезные нарушения, минуя программные слои безопасности и угрожают таким важным сферам как военная инфраструктура, финансовые системы и транспортные средства. Аппаратные чипы становятся все более уязвимыми для вредоносных действий и изменений в ходе конструкторских и производственных этапов.

Традиционные стратегии тестирования аппаратных средств не могут эффективно обнаруживать аппаратные закладки, поскольку вероятность запуска аппаратной закладки во время функционального тестирования является крайне низкой. Кроме того, небольшой размер по отношению ко всей микросхеме уменьшает влияние аппаратной закладки на энергопотребление всей схемы и делает его малозаметным.

Аппаратные закладки могут быть простой модификацией к оригинальной схеме как показано на рисунке 1.

Злоумышленник добавляет логический элемент «2И» между оригинальной схемой и выходом. Если аппаратная закладка неактивна, результатом будет реальное значение схемы. В противном случае на выходе схемы будет всегда значение «ноль» и выходное значение будет не зависеть от исходного. Этот случай называется «Застрыл в нуле» и схема будет выдавать всегда ноль при активации закладки.

Методика голосования абсолютным большинством может быть использована для защиты без необходимости в доверенном чипе как показано на рисунке 2.

Суть метода заключается в использовании голосования для вывода нечетного числа IP-блоков разных производителей, пытающихся достичь маловероятной инфицированности продукции и сообщить о зараженном IP-блоке. В данной работе описывается метод защиты, основанный на вероятности обнаружения аппаратных закладок. Этот метод является улучшенной версией метода абсолютного большинства, к которому был добавлен вес приоритета для доверенного IP-блока (Рисунок 3).

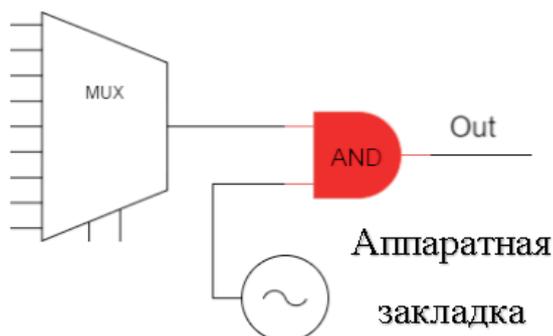


Рис. 1. Аппаратная закладка «Застрыл в нуле»

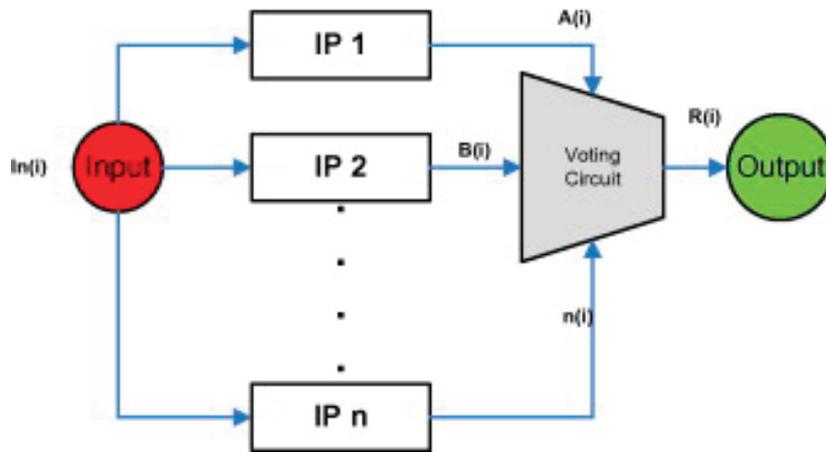


Рис. 2. Методика голосования абсолютным большинством

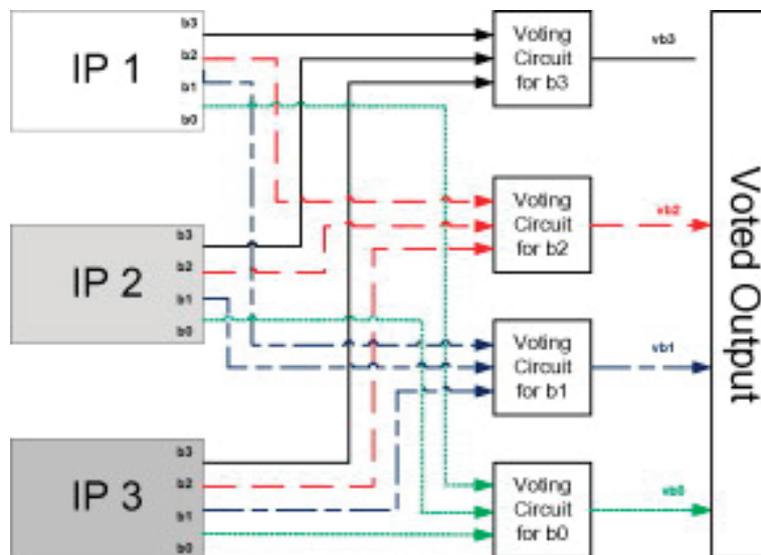


Рис. 3. Схема голосования

Процесс производства чипов состоит из 2 основных этапов: проектирование и изготовление. В процессе проектирования интегральных схем специального назначения (ASIC) основные IP-блоки считаются ненадежными, так как злоумышленник может добавить скрытую логику в чип.

Злоумышленник предполагает изменить конструкцию до или во время изготовления, так как обнаружить эти изменения крайне трудно в современных высокотехнических IP-блоках. Аппаратные закладки активируются при редких условиях, поэтому стандартная функция тестирования не всегда сможет их обнаружить.

Так же необходимо обеспечить методы, которые решают вопрос доверия среди производственных помещений, разработчиков, так и для конечных пользователей.

Методика голосования абсолютным большинством.

Сравнивая выходные значения, временные характеристики и энергопотребление постороннего чипа с доверенным чипом является распространенным способом обнаружения аппаратных Троянов. Однако этот способ не может быть использован с IP-блоками сторонних произ-

водителей, так как нет эталонного IP-блока, с которым можно было бы сравнить.

В этой работе, мы исключаем необходимость эталонного чипа для обнаружения аппаратной закладки. Нашей главной задачей является активная защита микросхемы от любой подозрительной активности. Это достигается за счет методики голосования абсолютным большинством, используя нечетное число ненадежных IP-блоков от разных производителей. Выходные сигналы из IP-блоков побитно проверяются, такой вид проверки позволит достигнуть правильного вывода информации с устройства. Два основных преимущества использования различных реализаций IP-блоков: (1) для защиты от каких-либо функциональных сбоев, используется дублированная логика и (2) защита от DoS атак, добавляя избыточные логические элементы в устройство.

Данная конструкция может быть реализована на разных логических уровнях, даже если устройство интегральная микросхема или сложное устройство, состоящее из большого количества элементов. Метод защиты полагается на опрос не связанных друг с другом IP-блоков.

Простой опрос

Это методика является самой простой. Суть заключается в том, что простым большинством голосов, опро-

шенных IP-блоков, мы приходим к консенсусу, который является результатом работоспособности устройства. В таблице 1 приведен пример простого голосования 3 IP-блоков, каждый из IP-блок имеет только 1 бит. Если

Таблица 1. Таблица истинности простого опроса

IP-блок 1	IP-блок 2	IP-блок 3	Выход
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	1
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

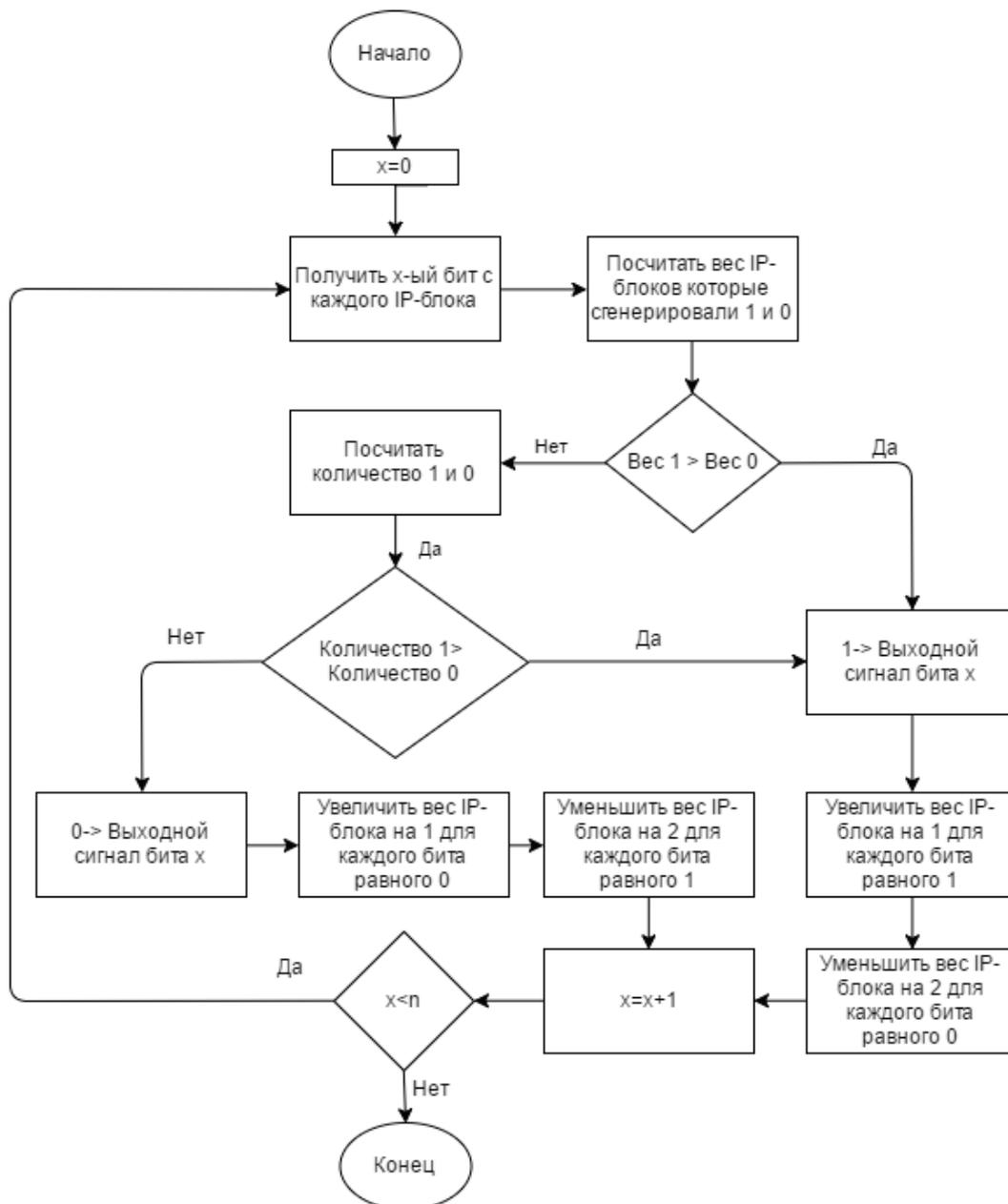


Рис. 4. Алгоритм взвешенного голосования

число логических единиц больше, чем число логических нулей, на выходе будет логическая 1 и наоборот.

Эта методика эффективна с точки зрения производительности, но также обеспечивает высокий уровень безопасности. Она с большой вероятностью детектирует инородные вмешательства и имеет малое количество ложных срабатываний. Главной проблемой является обеспечение гарантированного опроса большинства. Если большинство IP-блоков подверглось изменению, то результат опроса будет неправильным.

Уравнение 1 объясняет реализацию одноразрядной логической схемы с использованием трех разных IP-блоков.

$$V_{bx} = (bx|1' \cdot bx|2 \cdot bx|3) + (bx|1 \cdot bx|2' \cdot bx|3) + (bx|1 \cdot bx|2 \cdot bx|3') + (bx|1 \cdot bx|2 \cdot bx|3), x = [0 \rightarrow WL] \quad (1)$$

V_{bx} это результат опроса бита в положении x в то время как $bx|1$ это бит в положении x первого IP-блока, WL — длина слова для трех IP-блоков.

Взвешенное голосование

Второй метод производит взвешенное голосование среди всех IP-блоков. Алгоритм голосования выбирает

более приоритетный бит в IP-блоке. В самом первом цикле вес каждого IP-блока приравнивается 0. После каждого цикла, алгоритм вычисляет сумму веса для отдельного IP-блока, где он равен 1 и сумму веса для каждого IP-блока, где он равен 0. Две суммы сравниваются. Та сумма, которая больше будет, является корректной, и она будет называться “незараженной”, вес, который оказался меньше называется “зараженным”. Вес IP-блок увеличивается на единицу, если они попали в группу “незараженных”, и наоборот уменьшается на 1 при вхождении в группу “зараженных”.

Вывод

В данной статье была показана методология, направленная на активную защиту от аппаратных закладок, встроенных в IP-блоки сторонних производителей. Рассмотрены методы простого и взвешенного голосования. В отличие от простого голосования, взвешенное обеспечивает более высокий уровень безопасности за счет более сложного алгоритма голосования.

Литература:

1. Расторгуев, С. П. Выявление скрытых образований // Информационная война. — Радио и связь, 1999. — 415 с. — ISBN 978-5-25601-399-8.
2. В. Г. Дождиков, М. И. Салтан. Краткий энциклопедический словарь по информационной безопасности. Энергия, 2010. с. 16–240.
3. Кузин, И. А. Разработка доверенной операционной системы для мобильных телефонов./Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2010. — № 9. — с. 25–27.
4. Д. С. Воронов, Обзор требований безопасности для криптографических модулей. Молодой ученый. 2016. № 1. с. 141–143.
5. В. В. Черников. Обзор требований к устройствам обеспечения физической защиты криптографических модулей. Молодой ученый. 2016. № 1. с. 235–238.
6. A. Waksman, S. Sethumadhavan Silencing hardware backdoors Proceedings of the 2011 IEEE symposium on security and privacy, SP '11, IEEE Computer Society (2011), pp. 49–63
7. Du D, Narasimhan S, Chakraborty R, Bhunia S. Self-referencing: a scalable side-channel approach for hardware Trojan detection. In: Proceedings of the 12th international conference on cryptographic hardware and embedded systems, CHES'10; 2010. p. 173–87.
8. Tehranipoor M, Koushanfar F. A survey of hardware Trojan taxonomy and detection. In: IEEE des test, vol. 27; 2010. p. 10–25.
9. FIPS PUB 140–2, Security Requirements For Cryptographic Modules, National Institute of Standards and Technology, May 2001. <http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips140-2/fips1402.pdf>

Хронология изменений требований к энергоэффективности зданий

Гаевская Злата Анатольевна, кандидат архитектуры, доцент;
Лазарева Юлия Сергеевна, магистрант;
Лазарев Алексей Николаевич, магистрант
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

1. Введение

«На заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России в июне 2009 года

проблема энергоэффективности и энергосбережения была названа в числе основных стратегических направлений приоритетного технологического развития». [1] Комплекс мероприятий по снижению уровня энергопо-

требления в процессе эксплуатации здания и созданию внутри него комфортной для человека среды называется «зеленым» строительством. Очевидно, что на сегодняшний день важнейшей задачей является применение «зеленых» принципов для вновь возводимых и реконструируемых зданий. При этом по ряду причин (ограждающие конструкции не отвечают требованиям по теплоизоляции и нуждаются в существенной модернизации, инженерные сети устарели и требуют замены и т.п.) внедрение новых принципов при реконструкции становится более труднодостижимо, чем при новом строительстве.

В советский период массовое распространение получило строительство жилых, общественных и учебных зданий по типовым проектам. В наши дни здания, построенные по серийным проектам 70-х годов, зачастую технически ещё пригодны для эксплуатации, но имеют ряд несоответствий действующим нормам проектирования, в том числе по части уровня энергоэффективности и соответствия стандартам «зеленого» строительства. Соблюдение данных требований в процессе реконструкции позволило бы значительно снизить коммунальные расходы и обеспечить комфортную «устойчивую» среду внутри здания.

Исходя из вышесказанного, очевидно, что для зданий, построенных по типовым проектам 70-х годов, необходима реконструкция в соответствии с действующими в настоящее время нормами.

2. Постановка задачи

Таким образом, *цель исследования* заключается в выявлении несоответствий требованиям по энергоэффективности зданий, построенных по типовым проектам 70-х годов XX века.

Для достижения поставленной цели были проанализированы изменения требований нормативных документов по тепловой защите зданий за указанный промежуток времени.

Основным показателем энергоэффективности здания является *удельный расход тепловой энергии* на отопление и вентиляцию. На ощущение комфорта в помещении в значительной степени влияет температура поверхностей ограждающих помещений конструкций, которая обусловлена их *сопротивлением теплопередаче*. Рассмотрим, как менялись требования к данным показателям в нашей стране с 70-х годов XX века до наших дней.

Таким образом, основными задачами исследования, исходя из выше указанной цели, являются:

- 1) анализ обязательных к применению теплотехнических требований.
- 2) рассмотрение принципов «зеленого» экоустойчивого строительства в части нормативных требований по теплозащите и энергоэффективности здания.
- 3) разработка рекомендаций по проведенному анализу нормативных документов для реконструкция зданий, построенных по типовым проектам в советское время

3. Описание исследования

27 октября 1971 года ГОССТРОЙ СССР утвердил СНиП II-A.7–71 «Строительная теплотехника». В данном документе определены теплотехнические требования к ограждающим конструкциям вновь возводимых и реконструируемых зданий. Требования данного стандарта учитывались при проектировании зданий с 1971 г. по 1979 г.

Показатель расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию как таковой в СНиП II-A.7–71 не рассматривается. В качестве оценки экономической целесообразности тепловой защиты здания приводится методика экономического расчета сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Расчет производится с учетом следующих характеристик:

- удельные капитальные вложения в устройство системы теплоснабжения,
- годовые удельные затраты на отопление,
- нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений,
- коэффициент теплопроводности материала,
- стоимость 1 м³ конструкции.

Также приводится методика расчета целесообразного с экономической точки зрения тепловой защиты здания.

Расчетное значение сопротивления теплопередаче R_0 должно быть не менее нормативного $R_0^{нп}$ и не менее полученного экономическим расчетом $R_0^{эк}$. Нормативное значение сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций определяется по формуле:

$$R_0^{нп} = \frac{n(t_{в} - t_{н})}{\Delta t^n \alpha_{в}} \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°С/ккал},$$

в которой учитывается расположение наружной поверхности ограждающей конструкции, температура внутреннего воздуха ($t_{в}$) и наружного воздуха в зимнее время ($t_{н}$), а также нормируемый перепад между этими температурами ($\Delta t_{н}$). Коэффициент n зависит от положения наружной ограждающей конструкции, а $\alpha_{в}$ — от теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции.

14 марта 1979 года Государственным комитетом СССР по делам строительства утвержден СНиП II-3–79 «Строительная теплотехника». Здания, проектируемые с 1979 г. по 2003 г., должны были соответствовать требованиям этого стандарта. В данном документе не изменились требования к расчету сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с точки зрения экономической целесообразности.

Нормативное сопротивление теплопередаче согласно нормам 1979 г. определяется по той же формуле, что и в СНиП II-A.7–71. Однако изменилась часть значений коэффициентов, используемых при расчете. К примеру, для зданий детских садов нормируемая величина температурного перепада в документе 1971 года для наружных стен составляет 6°С, для покрытий и чердачных перекрытий — 4°С. Тот же показатель в документе 1979 года для наружных стен и чердачных перекрытий составляет 4

°С, для покрытий — 3°С. Очевидно, что при наблюдаемом в новом стандарте уменьшении ΔT_n увеличивается требуемое значение сопротивления теплопередаче $R_0^{тр}$, то есть повышаются требования к теплозащитным характеристикам конструкций.

26 июня 2003 года постановлением Госстроя России утвержден СП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий», требования которого являлись обязательными к применению до 2012 г. Документом вводится понятия класса энергоэффективности здания, энергетического паспорта здания и требования по его заполнению. В СП 23–02–2003 впервые приводится методика расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление, который оценивается как отношение расхода тепловой энергии в течение отопительного периода к отапливаемому объему здания.

Нормативное значение сопротивления теплопередаче по СП 23–02–2003 вычисляется иначе, чем по предшествующим стандартам:

$$R_0^{норм} = R_0^{тр} * m_p,$$

где $R_0^{тр}$ — значение сопротивления теплопередаче, принятое с учетом градусо-суток отопительного периода, а коэффициент m_p дает поправку с учетом особенностей региона. Таким образом, в нормативе, принятом в 2003 году, появляются поправки, учитывающие климатические особенности различных районов страны.

В целом, СП 23–02–2003 претерпел значительные изменения по сравнению с предыдущим стандартом по тепловой защите зданий. Благодаря введению новых параметров оценки становится возможным решение вопроса достижения требуемого уровня теплозащиты различными техническими средствами.

30 июня 2012 года Минрегион России утвердил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» в качестве актуализированной редакции СП 23–02–2003. На сегодняшний день требованиями именно этого нормативного документа следует руководствоваться при проектировании. В данном стандарте уточняются требования к классам энергоэффективности здания — помимо основных классов А, В, С, D и E добавлены подклассы (А+, А++ и т.п.). Изменены требования к отклонению расчетного расхода тепловой энергии от нормируемого для каждого класса. К примеру, по требованиям 2003 года к высокому классу энергоэффективности (В) относили здания, удельный расход тепловой энергии в которых снизился на 10% в сравнении с нормативным. В стандарте 2012 года требование изменилось с 10% до 15%. Также в СП 50.13330.2012 становится более точным расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию — добавляются новые характеристики и коэффициенты. Например, для жилых зданий учитывается наличие поквартирного учета тепловой энергии на отопление. Кроме того, согласно новым требованиям расчет этого параметра становится обязательным.

Формула расчета сопротивления теплопередаче осталась прежней в сравнении с СП 23–02–2003, однако появился ряд дополнений к процессу расчета. Таким об-

разом, расчет становится более точным. Также появляется новая характеристика — комплексное требование к удельной тепловой защите здания, нормативное значение которого принимается в зависимости от градусо-суток отопительного периода для рассматриваемого района строительства и от отапливаемого объема здания.

Таким образом, нормативные требования по теплозащите и энергоэффективности здания, действующие на сегодняшний день, существенно отличаются от применимых в 70-х годах XX века. Изменились методики расчета основных оценочных характеристик, появился ряд уточнений — учет климатических особенностей региона, расхода тепловой энергии на отопление и прочих факторов. С одной стороны, требования становятся выше, но с другой появляется вариативность способа достижения соответствия нормативным требованиям.

4. Требования по стандартам «зеленого» строительства

Помимо соблюдения обязательных к применению требований по теплозащите, для реконструируемых зданий, равно как и для вновь строящихся, важно соблюсти принципы «зеленого» экоустойчивого строительства.

14 октября 2011 года решением Совета Национального объединения строителей утвержден стандарт СТО НОС-СТРОЙ 2.35.4–2011 «Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». Документ вводит понятие «устойчивая среда обитания» и устанавливает рейтинговую систему его оценки. Требования данного документа не носят обязательного характера применения, однако их соблюдение ведет к снижению потребления энергетических ресурсов и повышению уровня качества и комфорта зданий. Наиболее значимым критерием оценки является категория «Энергосбережение и энергоэффективность». Её определяют 4 критерия:

- расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания;
- расход тепловой энергии на горячее водоснабжение;
- расход электроэнергии;
- удельный суммарный расход первичной энергии на системы инженерного обеспечения [11].

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию в данном случае оценивается по снижению расчетного показателя относительно базового. Базовое значение принимается по таблицам В1–В3 в приложении В. Например, для двухэтажного здания ДООУ оно составляет 32,8 Вт*ч/(м²*°С*сут). Результат сравнивается с удельным проектным значением среднесуточных удельных тепловыделений, разница оценивается в процентном соотношении.

Сопротивление теплопередаче как таковое в «зеленом» стандарте не рассматривается. В качестве отдельного критерия оценки приводится воздушно-тепловой комфорт внутренней среды здания, который оценивается по факту разработки мероприятий улучшения характеристик микроклимата, в том числе температурного режима.

Отдельно учитывается возможность регулирования (автоматического или индивидуального) микроклимата.

Следовательно, точки зрения «зеленого» строительства не приводятся новых методик расчета основных оценочных характеристик. Принцип оценки заключается в сравнении проектных показателей относительно базовых

нормативных требований. Таким образом, целью в данном случае является не только соблюдение обязательного нормативного минимума, но и повышение относительно него уровня теплозащиты и энергоэффективности здания.

Результаты проведенного анализа нормативных документов для большей наглядности оформлены в таблицу 1:

Таблица 1

Нормативный документ, период действия	Расход тепловой энергии на отопление	Сопrotивление теплопередаче ограждающих конструкций
Обязательные к применению требования		
СНиП II-A.7-71 1971-1979 гг.	Оценивается экономическая целесообразность теплозащиты исходя из годовых затрат на отопление, теплопроводности и стоимости материала	Приводится алгоритм расчета, который в числе прочего учитывает экономическую целесообразность тепловой защиты здания
СНиП II-3-79 1979-2003 гг.	Требования не изменились	Алгоритм расчета остался прежним, однако изменилась часть принимаемых коэффициентов
СНиП 23-02-2003 2003-2012 гг.	— вводится понятие класса энергоэффективности здания — вводится понятие энергетический паспорт — приводится методика расчета расхода тепловой энергии на отопление	Алгоритм расчета изменился, учитываются климатические особенности региона
СП 50.13330.2012 2012 г. — настоящее время	— уточняются требования к классам энергоэффективности здания — уточняется методика расчета тепловой энергии на отопление	Принцип расчета остался прежним, добавлены некоторые уточнения. Появилась комплексная оценка теплозащиты здания.
Требования «зеленых» стандартов		
СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011	Оценивается снижение показателя относительно нормативных значений	Оценивается воздушно-тепловой комфорт в целом, в том числе улучшение температурных характеристик внутреннего микроклимата здания

5. Заключение

В данной работе произведен хронологический анализ требований к энергоэффективности зданий и выявлены изменения в нормативных документах по расходу тепловой энергии на отопление и сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций.

Проведенный анализ показал, что с 1970-х годов существенно изменились теплотехнические требования и ме-

тодики расчета показателей, появились новые оценочные характеристики и такие термины, как «зеленое» строительство, класс энергоэффективности здания и т.п. Из вышесказанного следует, что реконструкция зданий, построенных по типовым проектам в указанный период времени, требует не просто доработки, а полного пересмотра комплекса мер по увеличению энергетической эффективности в соответствии с требованиями современных стандартов и принципами «зеленого» строительства.

Литература:

1. С.А. Болотин, А.И. Гуринов, А.Х. Дадар, З.Х. Оолакай. Оценка энергоэффективных архитектурно-строительных решений начального этапа проектирования в программе Revit Architecture // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 8. с. 64–91.
2. Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий: сборник трудов III Всероссийской научно-технической конференции // Под научной редакцией Н.И. Ватина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 88 с.
3. В. Блази. «Справочник проектировщика. Строительная физика». — М.: Техносфера, 2005. — 536 с.
4. В.К. Савин. «Строительная физика: энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение». — М.: «Лазурь», 2005. — 432 с.

5. А. С. Горшков, Д. В. Немова, Н. И. Ватин «Формула энергоэффективности» // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 7 (12). с. 49–63.
6. Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин «Энергоэффективные здания». — М.: АВОК-ПРЕСС, 2003, 200 с.
7. СНиП II-A.7–71 «Строительная теплотехника»
8. СНиП II-3–79 «Строительная теплотехника»
9. СП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий»
10. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»
11. СТО НОССТРОЙ 2.35.4–2011 «Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания».

Разработка реляционной базы данных для товарищества собственников жилья «Электрон»

Горшков Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Колыбелкина Наталья Сергеевна, студент

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Балаковский филиал

Жилищно-коммунальное хозяйство — одна из наиболее социально ответственных отраслей экономики. Но это не говорит о ее благополучии. Десятилетия консервативного существования этой сферы достаточно сильно отпечатались на ее общем состоянии. Пришедшие на этот рынок менеджеры столкнулись с массой проблем. Одна из них — полное отсутствие объективной информации о реальном положении дел. Ее сбор, обработка и анализ возможны только путем внедрения автоматизированных средств учета и контроля. Это необходимая, но масштабная работа, требующая не только времени и сил, но и весомых денежных вливаний. Государственная же программа реформирования жилищно-коммунального хозяйства страны не предусматривает финансирование этого направления. Поэтому многие управляющие компании (УК) страны и нашего региона решают данный вопрос на локальном уровне. Одним из таких решений является проектирование и создание реляционных баз данных, обеспечивающих информационные потребности УК и в частности товариществ собственников жилья (ТСЖ). Одной из таких перспективных разработок является созданная база данных ТСЖ «Электрон».

Товарищество собственников жилья в данной работе представляет собой сложную организационную структуру, основанную на системе взаимосвязей собственности и граждан, направленную на создание отчетности для организации работы ТСЖ.

Созданная база данных предназначена для узкого круга пользователей — глав ТСЖ.

В данной базе предполагается хранение данных о проведенных собраниях, их участниках, а также информации о гражданах, владеющих и проживающих в квартирах (в том числе и информация о самих квартирах), которые привязаны к данному ТСЖ и информация о собственности.

О гражданах хранится следующая информация: Фамилия, имя, отчество, дата рождения и контактные данные. Информация о квартирах: № дома, № квартиры, общая площадь и наличие счетчиков.

Так же требуются данные о проживающих в квартирах — это, прежде всего, код гражданина и код квартиры, дата прописки и выписки, а также информация, снимают ли эту квартиру, или же в ней проживают собственники (рис. 1).

Данные о владении квартирами доступны лишь узкому кругу пользователей, главам ТСЖ и самим владельцам — код гражданина, код квартиры, размер доли обладателя квартиры и само основание правообладания.

Главной задачей данной базы является предоставление информации об участниках собрания и составление отчетности. Для отчетности необходимо знать, сколько владельцев квартир и с какого дома присутствовали на собрании, поэтому в базе данных существует запрос по присутствующим на собрании. На собраниях ТСЖ проходит голосование, для того, чтобы подсчитать, сколько людей «За» то или иное нововведение, поэтому владельцам ТСЖ необходимо знать, каков вес голоса того или иного гражданина. Для этого в базе предусмотрен соответствующий запрос.

В качестве инструментального средства разработки реляционной базы данных «ТСЖ «Электрон»» выбрано MS Access, как наиболее полно удовлетворяющее требованиям Заказчика.

На этапе логического проектирования был проведен расчет необходимого объема памяти под данные по формуле:

$$M_a = 2 \sum_{i=1}^N l_i * (N_i + N_{ai}).$$

Все поля во всех таблицах для вывода на страницу являются обязательными.

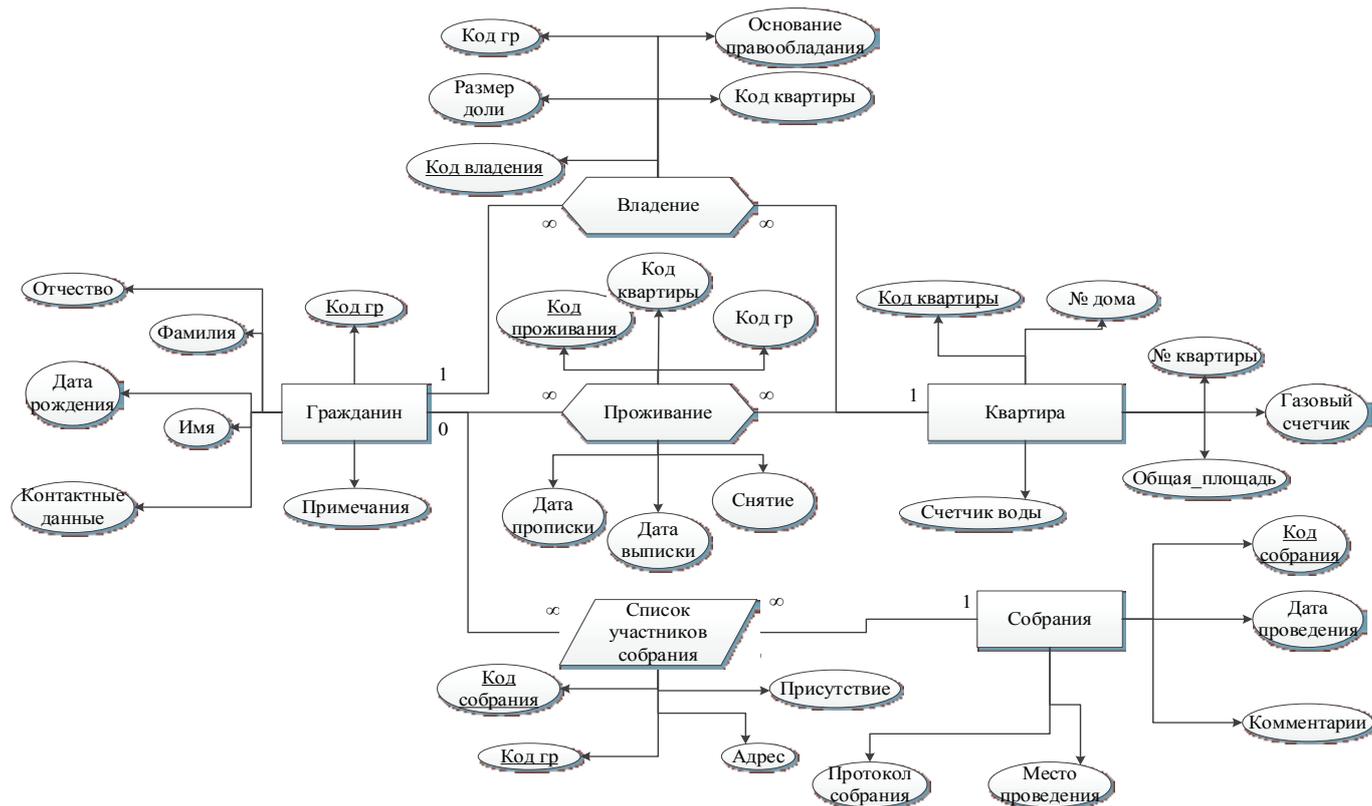


Рис. 1 ER-диаграмма для БД «ТСЖ «Электрон»»

Логическое описание таблицы «Гражданин» включает: «Код гр» — числовое поле объемом 4 байта; «Фамилия», «Имя», «Отчество» и «Контактные данные» — 4 текстовых поля объемом до 255 знаков каждый; «Дата рождения» — поле Дата/время объемом 8 байт и «Примечания» — поле MEMO объемом до 65 535 знаков. На одно поле необходимо:

$$M_1 = 4 + 255 + 255 + 255 + 8 + 255 + 65385 = 65 \text{ Кбайт.}$$

Предполагается максимальное количество 300 граждан, следовательно, для хранения данных одной таблицы необходимо 19 Мбайт.

Логическое описание таблицы «Владение» включает: 4 числовых поля — «Код владения», «Код квартиры», «Код гр», «Размер доли» объемом каждый по 4 байта. На одно поле необходимо: $M_1 = 4 * 4 + 255 = 271 \text{ байт.}$

Предполагается максимальное количество 300 полей данных, следовательно, для хранения данных одной таблицы необходимо 80 Кбайт.

Логическое описание таблицы «Квартира» составляют: 4 числовых поля — «Код квартиры», «№ дома», «№ квартиры», «Общая площадь» объемом каждый 4 байта, а также 2 логических поля — «Газовый счетчик» и «Счетчик воды» объемом по 2 байта каждый.

На одно поле необходимо: $M_1 = 4 * 4 + 2 + 2 = 20 \text{ байт.}$

Предполагается максимальное количество 150 квартир, следовательно, для хранения данных одной таблицы необходимо 3000 байт.

Логическое описание таблицы «Проживание» включает: 3 числовых поля — «Код проживания», «Код квартиры», «Код гр» объемом по 4 байта каждый, 2 поля Дата/время — «Дата прописки», «Дата выписки» объемом по 8 байт каждый, а также логическое поле «Снятие» объемом в 2 байта. На одно поле необходимо:

$$M_1 = 4 + 4 + 4 + 8 + 8 + 2 = 30 \text{ байт.}$$

Предполагается максимальное количество 300 полей данных, следовательно, для хранения данных одной таблицы необходимо 9000 байт.

Логическое описание таблицы «Собрания» включает: числовое поле — «Код собрания» объемом 4 байта, «Дата проведения» — поле Дата/время объемом 8 байт, «Комментарии» — Поле MEMO объемом до 65 535 знаков, текстовое поле — «Место проведения» объемом до 255 знаков, а также «Протокол собрания» — поле вложение объемом до 2 Гб.

На одно поле необходимо: $M_1 = 4 + 8 + 65535 + 255 + 2147483648 = 2 \text{ Гбайт.}$

Предполагается максимальное количество 50 собраний, следовательно, для хранения данных одной таблицы необходимо 100 Гбайт.

Логическое описание таблицы «Список участников собрания» включает: 2 числовых поля «Код собрания» и «Код гр» объемом по 4 байта каждый, а также логическое поле «Присутствие» объемом 2 байта. На одно поле необходимо: $M_1 = 4 + 4 + 2 = 10 \text{ байт}$.

Предполагается максимальное количество 300 участников, следовательно, для хранения данных одной таблицы необходимо 3000 байт.

Для избежание избыточности данных, в базе создаются связи между таблицами, которые отображаются в схеме данных. Схема данных БД представлена на рис. 2.

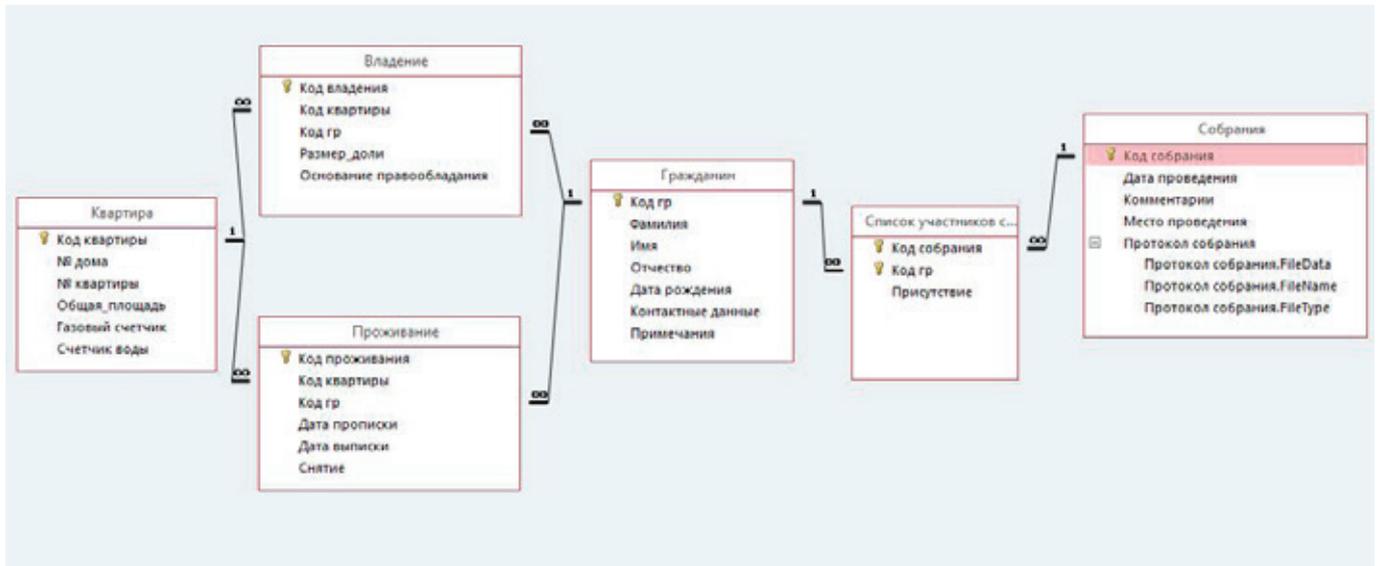


Рис. 2 Схема БД «ТСЖ «Электрон»

В качестве примера реализации интерфейса ввода/вывода данных в данной БД приведены: «Главная форма» базы данных «ТСЖ «Электрон»», которая представляет собой навигационную форму, которая позволяет свободно перемещаться между своими вкладками (рис.3); а также «Форма работы с отчетами» (рис.4).

Запросы являются основным инструментом поиска, обновления и выборки данных из таблиц. Access в соответствии с концепцией реляционных баз данных для выполнения запросов использует язык структурированных запросов SQL (Structured Query Language). С помощью инструкций языка SQL реализуется любой запрос в Access. В разработанной базе данных «ТСЖ «Электрон»» было создано 5 запросов: Вес голоса, Присутствующие на собрании, Выборка по данным «Свердлова 27», Выборка по данным «Свердлова 29», Запрос для отчета.

The screenshot shows a web interface for the 'Собрания' (Meetings) table. It includes a navigation menu at the top with options: 'Собрания', 'Участники собрания', 'Работа с Запросами', 'Работа с таблицами', and 'Отчеты'. The main form has the following fields:

- Код собрания: 1
- Дата проведения: 19.03.2016
- Комментарии: (empty text area)
- Место проведения: Свердловла 29
- Протокол собрания: (file upload icon)

At the bottom, there are four navigation buttons: 'Предыдущая запись', 'Следующая запись', 'Первая запись', and 'Последняя запись'.

Рис. 3. Главная форма БД «ТСЖ «Электрон»



Рис. 4. Форма работы с отчетами

При автоматизации бизнес процессов очень часто возникают задачи, которые не решают уже готовые программы и базы данных. При этом аналитическая информация показывает, что даже если использовать сложные и дорогостоящие CRM-системы управления предприятием, получить решение, удовлетворяющее руководство компании, бывает просто невозможно.

Поэтому разработанная база данных «ТСЖ «Электрон»» является перспективным решением информационной потребности жилищно-коммунальной службы, что подтверждается ее успешным внедрением и эксплуатацией Заказчиком на локальном уровне

Литература:

1. Токарев, А. Н. Проектирование реляционных баз данных. (Методические указания к выполнению курсовой работы). // БФ РАНХ и ГС, Балаково, 2012.
2. Марков, А. С. Базы данных. Введение в теорию и методологию: учебник // М.: Финансы и статистика, 2015.
3. Информационно-аналитический портал [Электронный ресурс]: URL: [http:// citforum.ru/](http://citforum.ru/) (дата обращения 18.05.2016 г.)
4. Информационно-справочный портал [Электронный ресурс]: URL: [http:// accesshelp.ru/](http://accesshelp.ru/) (дата обращения 04.05.2016 г.)
5. Информационно-справочный портал [Электронный ресурс]: URL: [http:// support.office.com](http://support.office.com) (дата обращения 04.05.2016 г.)
6. Информационно-аналитический портал [Электронный ресурс]: URL: [http:// compress.ru/](http://compress.ru/) (дата обращения 19.05.2016 г.)
7. Информационно-новостной портал [Электронный ресурс]: URL: [http:// fb.ru](http://fb.ru) // (дата обращения 19.05.2016 г.)
8. Информационно-образовательный интернет-портал [Электронный ресурс]: URL: [http:// www.intuit.ru/](http://www.intuit.ru/) (дата обращения 17.05.2016 г.)
9. Информационно-образовательный интернет-портал [Электронный ресурс]: URL: [http:// ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org) (дата обращения 02.05.2016 г.)

Реализация квадрупольного масс-анализатора типа «фильтр масс» на основе плоских дискретных электродов

Дягилев Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Гришачева Александра Юрьевна, аспирант

Рязанский государственный радиотехнический университет

Современные задачи определения химического состава сложных смесей предъявляют высокие требования к методам анализа по точности и достоверности. Поэтому проведение исследований, направленных на создание приборов с улучшенными аналитическими и потребительскими характеристиками, является важной и актуальной задачей.

Среди известных методов микроанализа состава вещества важное место занимают масс-спектрометрические методы, позволяющие проводить исследование материи во всех агрегатных состояниях. Масс-спектрометрия — это физический метод, основанный на измерении массы заряженных частиц материи, используемый для анализа вещества в течение более чем 50 лет. Этот метод, сегодня рутинно используемый в тысячах лабораторий и предприятий мира,

имеет в своей основе фундаментальные знания природы вещества и использует основополагающие физические принципы явлений. Существенное отличие масс-спектрометрии от других аналитических физико-химических методов состоит в том, что оптические, рентгеновские и некоторые другие методы детектируют излучение или поглощение энергии молекулами или атомами, а масс-спектрометрия имеет дело с самими частицами вещества. Масс-спектрометрия измеряет их массы, вернее соотношение массы к заряду.

Масс-спектрометрические приборы широко применяются в науке и технике благодаря высокой чувствительности, скорости анализа, возможности исследования многокомпонентных смесей и возможности состыковки с другой аналитической аппаратурой.

В настоящее время существует потребность в универсальных, относительно простых, компактных и в то же время обладающих высокими аналитическими характеристиками масс-спектрометрах.

Квадрупольный масс-анализатор — один из основных видов масс-анализаторов масс-спектрометра. Он используется как преданализатор в сочетании с другими типами масс-анализаторов или в качестве столкновительной ячейки для более детальной идентификации исследуемых веществ. Кроме этого с успехом используется в качестве газоанализатора в вакуумных камерах или течеискателях.

Использование квадруполя в качестве газоанализатора в вакуумных системах обусловлено прежде всего стабильностью его работы при низком уровне вакуума (порядка мТорр). При этом габариты самого анализатора (фильтра масс) создают некоторые трудности при размещении данных анализаторов (зондов) в вакуумных камерах. Зонд — основная часть газоанализатора и его повреждение во время монтажа зачастую приводит к его замене либо ремонту. Рабочая область при этом находится между 2-мя цилиндрическими электродами и составляет в диаметре не более 10 мм. Методы формирования поля с квадратичным распределением потенциала позволит как минимум уменьшить габариты анализатора в диаметре, а как максимум — уменьшить и его линейные габариты за счет уменьшения влияния краевых полей на распределения потенциала внутри рабочей области.

Разработан макет квадрупольного масс-анализатора, использующего для формирования в рабочей области поля с квадратичным распределением потенциала при помощи системы из дискретных электродов. Задание соответствующих потенциалов на электродах задается при помощи специального делителя напряжения. В зависимости от назначения анализатора (газоанализ, система транспортировки пакетов заряженных частиц, столкновительная ячейка) будут использоваться различные делители напряжения. За счет применения систем дискретных электродов вместо традиционных (электродов гиперболического или круглого сечения) уменьшатся размеры ползадающей системы, упростится юстировка, минимизируется влияние краевых полей, что в конечном счете приведет к уменьшению массово-габаритных параметров и стоимости конечного прибора.

Рассмотрим возможность реализации анализатора с любым соотношением размеров рабочей области по координатам x и y . Известно, что двумерная гиперболическая электродная система неограниченных размеров (рисунок 1) создает поле с квадратичным распределением потенциала по осям X и Y вида:

$$\varphi(x, y) = \frac{\varphi_0}{r_0^2} (x^2 - y^2), \quad (1)$$

где φ_0 — потенциала на электродах, r_0 — минимальное расстояние от оси Z до электрода (радиус поля).

Осуществим поворот декартовой системы координат на угол $\alpha = \pi/4$ (рисунок 2) и проведем преобразование переменных:

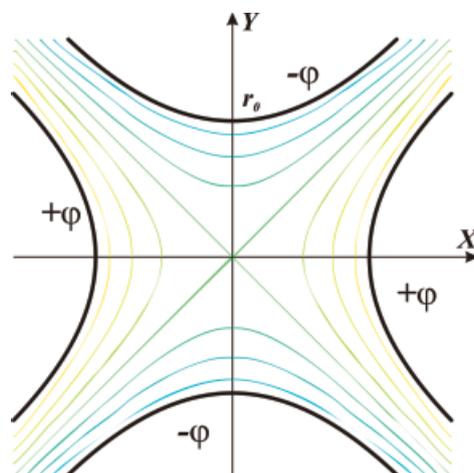


Рис. 1. Траектории движения ионов в плоскости XOY в ВЧ поле с квадратичным распределением потенциала

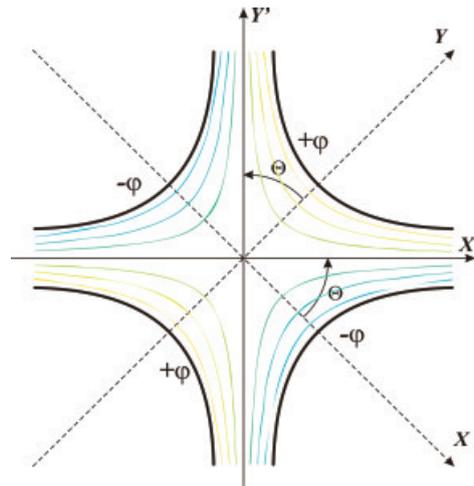


Рис. 2. Траектории движения ионов в плоскости XOY в линейном ВЧ поле при повороте системы на угол $\Theta = \pi/4$

$$x = x' \cos \Theta - y' \sin \Theta, \tag{2a}$$

$$y = x' \sin \Theta + y' \cos \Theta, \tag{2б}$$

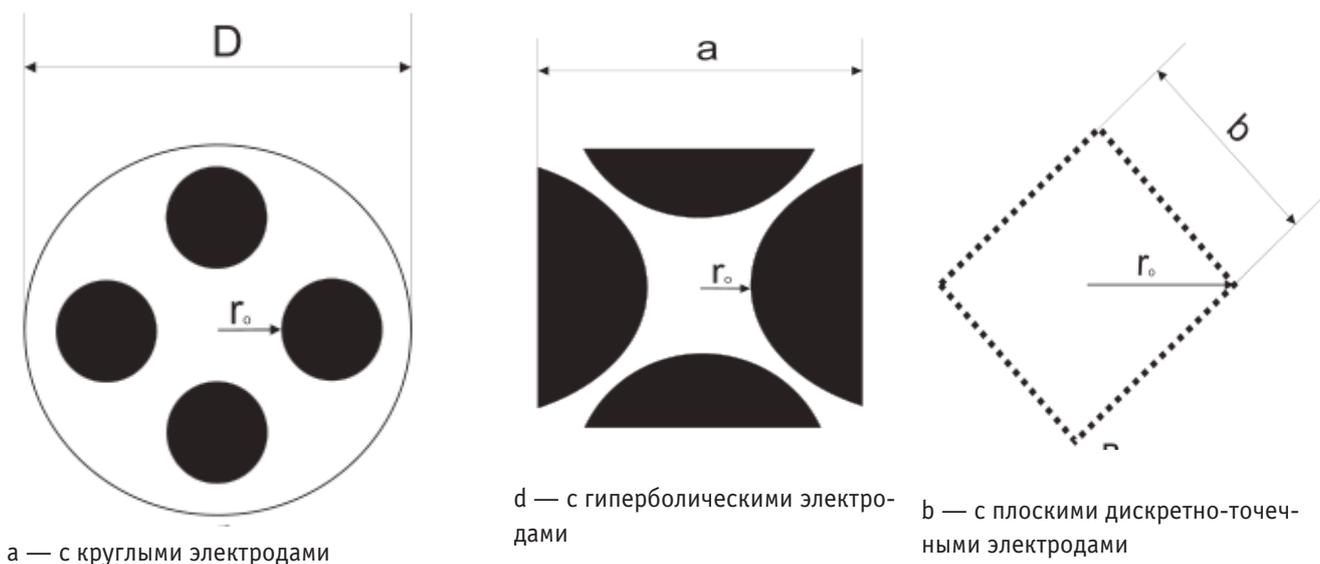
где x, y — координаты некоторой точки относительно декартовой прямоугольной системы координат, x', y' — координаты этой же точки относительно новой прямоугольной системы координат с тем же началом, повернутой относительно системы OXY на угол Θ (угол отсчитывается в положительном направлении).

Таким образом, в новой системе координат $X'Y'$ формулу (1) можно переписать

$$\varphi(x', y') = \frac{\varphi_0}{r_0^2} \left[\left(x' \frac{1}{\sqrt{2}} - y' \frac{1}{\sqrt{2}} \right)^2 - \left(x' \frac{1}{\sqrt{2}} + y' \frac{1}{\sqrt{2}} \right)^2 \right], \tag{3}$$

$$\varphi(x', y') = \frac{\varphi_0}{r_0^2} \frac{1}{2} \left[(x' - y')^2 - (x' + y')^2 \right], \tag{4}$$

$$\varphi(x', y') = \frac{2\varphi_0}{r_0^2} x' y'. \tag{5}$$



а — с круглыми электродами

d — с гиперболическими электродами

b — с плоскими дискретно-точечными электродами

Рис. 3. Конструкция исследуемых фильтров масс: а — с гиперболическими электродами, d — с круглыми электродами, b — с плоскими дискретно-точечными электродами

Из формулы (5) можно видеть, что в системе координат OXY потенциал вдоль осей X и Y изменяется по линейному закону. Это означает, что в любом направлении, перпендикулярном асимптотам гиперболических электродов, потенциал изменяется линейно.

Отсюда следует, что если вдоль этих направлений выделить замкнутую прямоугольную границу и задать вдоль нее распределение потенциала, изменяющееся по линейному закону, то такая структура будет создавать идеальное квадрупольное поле внутри этой ограниченной области.

На рисунке 2 представлена конструкция исследуемых фильтров масс: с гиперболическими электродами, с круглыми электродами, с плоскими дискретно-точечными электродами. Исследовались масс-анализаторы с различ-

ными конструкциями электродных систем [3, с. 52–56]. Для всех анализаторов было принято одинаковое значение параметра $r_0=14\text{mm}$. При этом поперечные размеры фильтра масс с гиперболическими электродами составляли $a=60\text{mm}$, диаметр фильтра масс с круглыми электродами — $d=92\text{mm}$, размер анализатора с дискретным распределением потенциалов — $b=20\text{mm}$.

Таким образом, существует возможность замены традиционно используемых систем с гиперболическими и круглыми электродами на системы из плоских электродов с линейно-дискретным распределением потенциала без ухудшения электрического поля внутри анализатора. Это позволит создавать масс-анализаторы типа «фильтр масс» (квадрупольного масс-анализатора) с меньшими габаритами и более технологичные в изготовлении и настройке.

Литература:

1. Сысоев, А. А., Чупахин М. С. Введение в масс-спектрометрию — М.: Атомиздат. 1977. 304 с.
2. Слободенюк, Г. И. Квадрупольные масс-спектрометры. — М.: Атомиздат. 1974. 272 с.
3. Дягилев, А. А., Гуров В. С., Мамонтов Е. В. Сравнительная оценка точности распределения потенциала в масс-анализаторах типа «фильтр масс» с различной геометрией электродной системы // Электроника: Межвуз. сб. науч. тр. Рязань. 2006. с. 52–56.
4. Гуров, В. С., Мамонтов Е. В., Дягилев А. А. Электродные системы с дискретным линейным распределением ВЧ потенциала // Масс-спектрометрия. 2007. Т. 4. № 2. С.139–142.
5. Дягилев, А. А. Исследование времяпролетного механизма разделения заряженных частиц в высокочастотных полях с квадратичным распределением потенциала: Дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук: 05.27.02 — ГОУВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет» — Рязань, 2010. — 123 с.

Прогнозирование ресурса трубопровода на основе методов теории надежности

Жулин Александр Анатольевич, инженер первой категории
ООО «Газпром трансгаз Самара»

Расчет надежности, распространенный на различные стадии эксплуатации, должен быть базовым расчетом оценки работоспособности конструкции. В качестве критерия оценки работоспособности аппарата может выступать вероятность безотказной работы (ВБР) системы.

Оценка эксплуатационной надежности системы производится в следующей последовательности:

- 1) составляется структурная схема надежности;
- 2) собирается статистика по нагрузкам и параметрам за определенный период эксплуатации;
- 3) осуществляется статистическое моделирование по соответствующим параметрам состояния с получением необходимых выходных величин;
- 4) проводится определение ВБР аппарата для каждого расчетного времени эксплуатации;
- 5) проводится анализ изменения ВБР во времени, на его основе делается вывод о работоспособности аппарата и необходимости проведения ремонтных и восстановительных работ.

Вероятности безотказной работы элементов структурной схемы надежности и аппарата в целом определяется последовательным статистическим моделированием, которое включает:

- 1) выбор математической модели системы и приведение ее к наиболее простому виду;
- 2) формирование случайных чисел;
- 3) выбор входных параметров;
- 4) численное моделирование;
- 5) выбор формы представления выходного параметра.

Численно ВБР будет равна:

$$P = \text{вер}(Z = R - S > 0) = \Phi(\alpha),$$

$$\Phi(\alpha) = \int_{-\infty}^{\alpha} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz.$$

где S — параметр, характеризующий действующую нагрузку;

R — параметр, характеризующий несущую способность (в данном случае предел прочности);

α — квантиль:

$$\alpha = \frac{m_{\sigma_R} - m_{\sigma_S}}{\sqrt{(\sigma_{\sigma_R})^2 + (\sigma_{\sigma_S})^2}},$$

где m_i — математическое ожидание соответственно предела прочности и эквивалентного напряжения;

σ_i — среднеквадратическое отклонение соответственно предела прочности и эквивалентного напряжения.

Для примера рассмотрим аппарат колонного типа с заданной скоростью коррозии (утонения стенок). Структурная схема надежности состоит из четырех суперэлементов: двух днищ и двух обечаек с разными толщинами стенок.

Каждому отдельному элементу структурной схемы надежности соответствует своя расчетная схема. Для принятых расчетных схем (по ГОСТ Р 51274–99 «Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа. Нормы и методы расчета на прочность») эквивалентные напряжения по гипотезе прочности формоизменения равны:

$$\sigma_{\text{экр}} = \sqrt{(\sigma_{\theta})^2 - \sigma_{\theta} \cdot \sigma_z + (\sigma_z)^2}$$

где σ_{θ} — кольцевое (тангенциальное) напряжение;

σ_z — осевое (продольное) напряжение.

Для цилиндрической обечайки по гипотезе прочности:

$$\sigma_{\theta} = \frac{P \cdot D}{2S}; \quad \sigma_z = \frac{P \cdot D}{4S}; \quad \sigma_{\text{экр}} = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{P \cdot D_{\text{ВН}}}{S}.$$

Для сферического днища:

$$\sigma_{\theta} = \sigma_z = \frac{P \cdot D}{4S}; \quad \sigma_{\text{экр}} = \frac{P \cdot D}{2S}.$$

Вероятность безотказной работы аппарата находится по формуле:

$$P_v = \prod_{i=1}^N P_i.$$

Используя эту методику, определяются ВБР аппарата в фиксированные моменты эксплуатации, которые соответствуют времени его натурального обследования. Получаемый таким образом временной ряд значений ВБР аппарата за наблюдаемый период используется в дальнейшем для прогнозирования надежности во времени и планирования ремонтно-восстановительных работ.

Результаты расчета вероятности безотказной работы аппарата представлены на графике (рисунок 1).

На основании расчетов подобного рода возможно планировать ремонты и техническое обслуживание аппаратуры.

Возможны два варианта:

Использование в качестве критерия надежности абсолютной величины ВБР.

Использование градиента падения (рисунок 2).

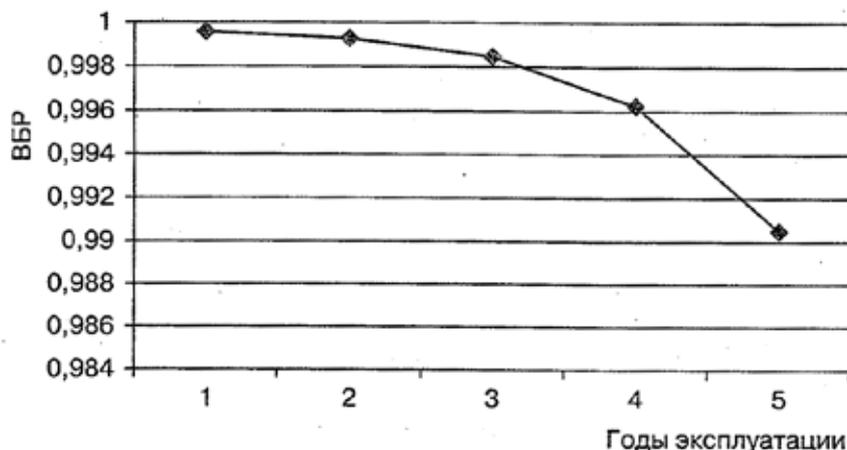


Рис. 1. Результаты расчета вероятности безотказной работы

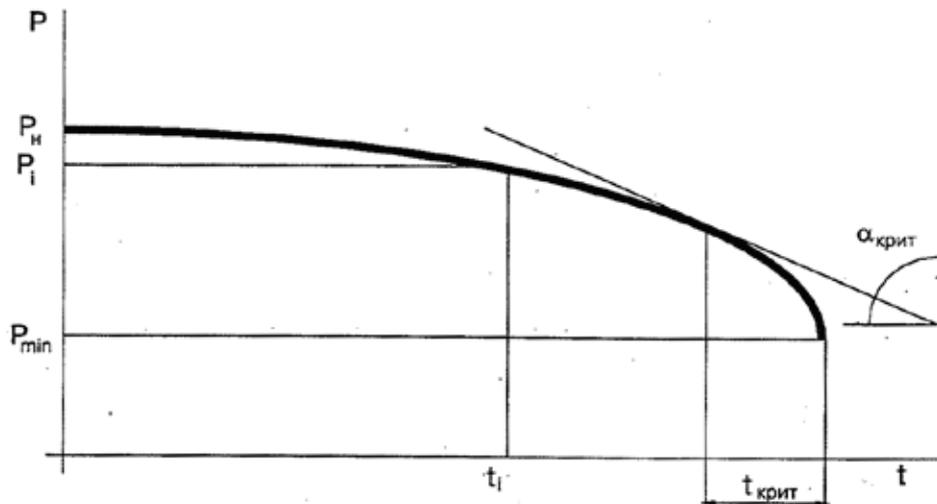


Рис. 2. Показатели изменения надежности аппаратуры:
P_n — ВБР аппарата при вводе в эксплуатацию;
P_{min} — минимально допустимая величина ВБР аппарата;
α_{крит} — максимально допустимая величина градиента снижения ВБР аппарата;
t_{крит} — прогнозируемы срок начала проведения ремонтных работ

Обоснование минимально допустимого уровня надежности аппарата или трубопровода возможно с привлечением дополнительных критериев (времени ликвидации аварии, ожидаемого ущерба от аварии, стоимости профилактических ремонтов, зависимости производительности от состояния системы).

Предлагаемый подход, основанный на построении временного рода вероятности неразрушения сосуда или трубопровода, позволяет, с одной стороны, использовать сравнительные оценки величины ВБР, а с другой стороны, дает возможность ограничиться при принятии решения только одним дополнительным показателем — градиентом уровня изменения ВБР за прошедший и прогнозируемый периоды.

При принятой скорости коррозии надежность аппарата резко падает после трех лет эксплуатации. Следовательно, для поддержания заданного уровня надежности при реконструкции колонны необходимо предусмотреть технические решения по снижению уровня коррозии.

Рассмотри вопрос о погрешности получаемой величин ВБР на примере прямолинейного участка трубопровода, работающего только под действием внутреннего давления.

Пусть N — число измерений давлений (режимов работы); P_i — i-е измерение давления; ΔP_i — погрешность i-го измерения давления;

$$S_i = \frac{P_i D}{2d} - i - \text{я рассчитанная нагрузка};$$

$$\alpha = \frac{m_R \cdot m_S}{\sqrt{\delta_R^2 + \delta_S^2}} - \text{квантиль};$$

$$m_S = \sum_{i=1}^N S_i - \text{среднее значение нагрузки};$$

$$\delta_S^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (S_i)^2 - m_S - \text{выражение для второго центрального момента}.$$

Имеем N измерений S_i нагрузки для некоторого участка трубы с диаметром D и толщиной стенки d. Тогда искомая ВБР может быть представлена как функция N+2 параметра (где параметры P_i (i=1...N)). Погрешность данной функции (при заданных значениях параметров) может быть оценена как

$$\Delta P_{\text{вбр}} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial P_{\text{вбр}}}{\partial P_i} \cdot P_i \right)^2 + \left(\frac{\partial P_{\text{вбр}}}{\partial d} \cdot d \right)^2 + \left(\frac{\partial P_{\text{вбр}}}{\partial D} \cdot D \right)^2};$$

$$\frac{\partial P_{\text{вбр}}}{\partial P_i} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\alpha^2}{2}\right) \alpha \left(\frac{\alpha \delta_S}{\delta_R^2 + \delta_S^2} \frac{\partial \delta_S}{\partial P_i} + \frac{\partial m_S}{\partial P_i} \sqrt{\delta_R^2 + \delta_S^2} \right);$$

$$\frac{\partial P_{\text{вбп}}}{\partial d} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\alpha^2}{2}\right) \alpha \left(\frac{\alpha \delta_s \frac{\partial \delta_s}{\partial d} + \frac{\partial m_s}{\partial d} \sqrt{\delta_R^2 + \delta_s^2}}{\delta_R^2 + \delta_s^2} \right);$$

$$\frac{\partial P_{\text{вбп}}}{\partial D} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\alpha^2}{2}\right) \alpha \left(\frac{\alpha \delta_s \frac{\partial \delta_s}{\partial D} + \frac{\partial m_s}{\partial D} \sqrt{\delta_R^2 + \delta_s^2}}{\delta_R^2 + \delta_s^2} \right).$$

После преобразований, получаем:

$$\frac{\partial m_s}{\partial P_i} = \frac{D}{2Nd}; \quad \frac{\partial \delta_s}{\partial P_i} = \frac{1}{4N\delta_s} \left(\frac{P_i D^2}{d^2} - \frac{D}{d} \right);$$

$$\frac{\partial m_s}{\partial d} = -\frac{D \sum_{i=1}^N P_i}{2Nd^2}; \quad \frac{\partial m_s}{\partial d} = \frac{1}{4N\delta_s} \left(\frac{D \sum_{i=1}^N P_i}{d^2} - \frac{D^2 \sum_{i=1}^N P_i^2}{d^3} \right);$$

$$\frac{\partial m_s}{\partial D} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{2Nd}; \quad \frac{\partial m_s}{\partial D} = \frac{1}{4N\delta_s} \left(\frac{D}{d^2} \sum_{i=1}^N P_i^2 - \frac{1}{d} \sum_{i=1}^N P_i \right).$$

Для участка технологического трубопровода компрессорной станции при стандартных режимах получим следующие величины:

$\Phi = 9,99426e-01$ — ВБР;

$\Phi = 1,2171e-04$ — оценка абсолютной погрешности нахождения ВБР;

$\delta\Phi = 1,21783e-04$ — оценка относительной погрешности нахождения ВБР;

$\Phi = 9,99304e-01$ — нижняя оценка нахождения ВБР.

Влияние погрешности измерений на результат:

$$\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial P_{\text{вбп}}}{\partial P_i} \cdot P_i \right)^2 = 1,196538E-8$$

$$\left(\frac{\partial P_{\text{вбп}}}{\partial d} \cdot d \right)^2 = 2,84872E-9.$$

Для данных условий расчета полученное значение погрешности значительно меньше вероятности отказа, поэтому можно сделать вывод, что при соблюдении соответствующей точности измерений возможно нормирование абсолютной величины вероятности безотказной работы технического объекта.

Выборка давлений, используемая для решения оптимизационных задач, должна быть репрезентативной для данного режима работы агрегата. Кроме того, объем выборки должен быть достаточным, чтобы заданным уровнем гарантий доверительный интервал, которому принадлежат среднее и дисперсия рассматриваемой выборки (при выбранной гипотезе о распределении давления), был достаточно мал, и погрешность оценки ВБР, связанной с недостаточностью объема выборки, можно было пренебречь как малой по сравнению с погрешностями, обусловленными неточностями измерений.

Полученные результаты позволяют сформулировать ряд оптимизационных задач, например задачу рационального приборного обеспечения для выполнения комплексных диагностических обследований.

Обеспечение наименьшей стоимости приборов для измерений при заданной допустимой величине погрешности.

Пусть для достижения точности измерения давления требуется использовать приборы стоимостью

$$C = \min(C_p(\Delta P) + C_d(\Delta d) + C_D(\Delta D)); \quad \Delta P_{\text{вбп}} \leq \Delta P_{\text{max}},$$

где $C_p(\Delta P)$ — цена обеспечения измерений давления с точностью ΔP ;

$C_d(\Delta d)$ — цена обеспечения измерений толщины стенки с точностью Δd ;

$C_D(\Delta D)$ — цена обеспечения измерений диаметра трубы с точностью ΔD .

Минимизация погрешности при ограничении на суммарную стоимость приборов

$$C = \min(\Delta P_{\text{вбп}}); \quad C_p(\Delta P) + C_d(\Delta d) + C_D(\Delta D) \leq C_{\text{орп}}.$$

Может быть предложена общая рекомендация по рациональному подбору приборов проведения измерений — необходимо, чтобы

$$\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial P_{\text{вбп}}}{\partial P_i} \cdot P_i \right)^2, \left(\frac{\partial P_{\text{вбп}}}{\partial d} \cdot d \right)^2, \left(\frac{\partial P_{\text{вбп}}}{\partial D} \cdot D \right)^2$$

имели одинаковый порядок, т. к. общая погрешность в этом случае определяется погрешностью наименее точного компонента.

Литература:

1. Материалы XXII тематического семинара «Диагностика оборудования и трубопроводов КС. — М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2004.
2. ГОСТ Р 51274–99 «Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа. Нормы и методы расчета на прочность»

Мониторинг мнения потребителей транспортных услуг г. Пензы

Ильина Ирина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент;

Котельников Григорий Александрович, студент;

Сафронов Максим Алексеевич, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Развитие транспортной системы России на период 2010–2020 годы подразумевает достижение конкретных целей и решения определенных задач.

Приоритетными целями и задачами развития транспортной системы страны в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 05.12.2001 № 848 (ред. от 05.05.2013) являются: развитие современной и эффективной транспортной инфраструктуры, обеспечивающей ускорение товародвижения и снижение транспортных издержек в экономике; повышение доступности услуг транспортного комплекса для населения; повышение конкурентоспособности транспортной системы России.

Рынок транспортных услуг — сфера осуществления перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, технического обслуживания и ремонта транспортных средств, подсобно-вспомогательных и других видов работ (услуг), связанных с перевозками.

Транспортный рынок в настоящее время представляет собой совокупность самостоятельных организаций и посредников.

В данной статье представлены результаты комплексного исследования рынка транспортных услуг в г. Пензе.

Цель исследования заключается в выявлении достоинств, недостатков и перспективы развития рынка транспортных услуг.

Для реализации поставленной цели была составлена анкета потребителя транспортных услуг содержащая 22 вопроса.

Проанализировав анкету потребителя транспортных услуг, были сделаны выводы.

В анкетировании приняли участие 31 человек: мужского пола — 61%, женского пола — 39%. Большинство участников — 68% в возрасте 18–25 лет. Личный автомобиль имеется в наличии у 71% опрошенных (рис. 1).

До места работы/учебы на личном автомобиле добираются 39% опрошенных, 32% — пешком, 29% используют общественный транспорт (рис. 2).

Что касается вида общественного транспорта, 58% отдают предпочтение маршрутным такси, 42% — автобусам, троллейбус не пользуется спросом. Большинство опрошенных устраивает стоимость проезда. 65%

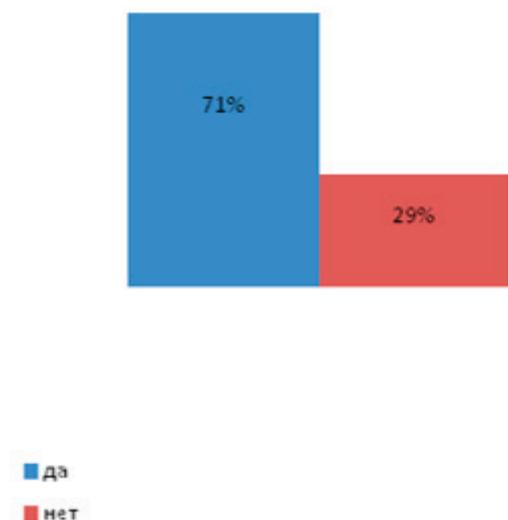


Рис. 1. Количество респондентов имеющих личный автомобиль

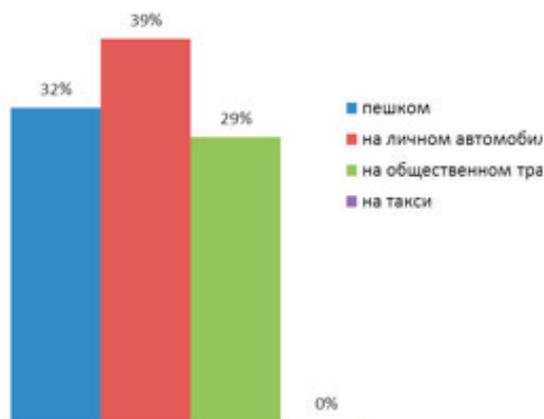


Рис. 2. Как Вы передвигаетесь по городу до места работы/учебы?

не довольны комфортом в общественном транспорте. Безопасность устраивает чуть больше половины участников — 52%. Большинство пользуется общественным транспортом только в выходные дни. Качество обслуживания оценили на «хорошо» 42% человек, «плохо» — 19%, воздержалось 3% анкетированных. Почти всех не устраивает цена, качество обслуживания и скорость движения. Увеличение количество рейсов в соответствии с временем суток позволит решить некоторые проблемы считают 71% опрошенных.

Чаще всего участники пользуются такими транспортными услугами как: такси, почта и доставка еды. (рис. 3)

Услуги такси устраивают 58% опрошенных. В настоящее время отправляют и получают посылки 29% человек 1 раз в год, 19% — 1 раз в месяц, 19% — 1 раз в месяц, 16% — 1 раз в 6 месяцев. Услугами почты при этом пользуются 99% человек. Подавляющее большинство довольны качеством оказываемых услуг.

На дальние расстояния (50 км и более) ездят: 45% — 1 раз в неделю, редко — 35% человек, часто — 13%.

Почти все для этого используют личный автомобиль (рис. 4). За город в большинство опрошенных отправляются на отдых (рис. 5), а по городу используют транспорт с целью совершения покупок (рис. 6).

Таким образом, на основе проведенных исследований мнения потребителей транспортных услуг установлено, что на данный момент рынок транспортных услуг находится в стабильном состоянии, так как люди всегда пользовались, и будут пользоваться услугами общественного транспорта. Рынок данных услуг можно назвать насыщенным и с каждым днем спрос на транспортные услуги увеличивается, соответственно транспортных компаний становится больше. Сейчас на рынке представлены разнообразные компании: по уровню обслуживания, расценкам, количеству предоставляемых услуг. Есть транспортные компании для состоятельных клиентов, есть для людей со средним достатком, есть частные грузоперевозчики, готовые осуществить перевозку груза по минимальным ценам, но с минимальными гарантиями.

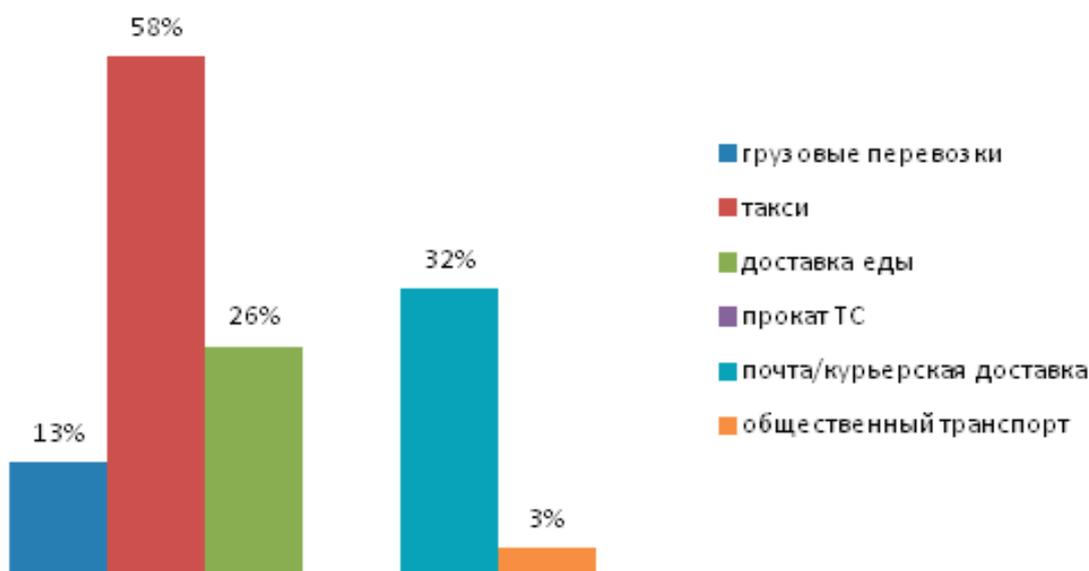


Рис. 3. Услуги транспортных организаций

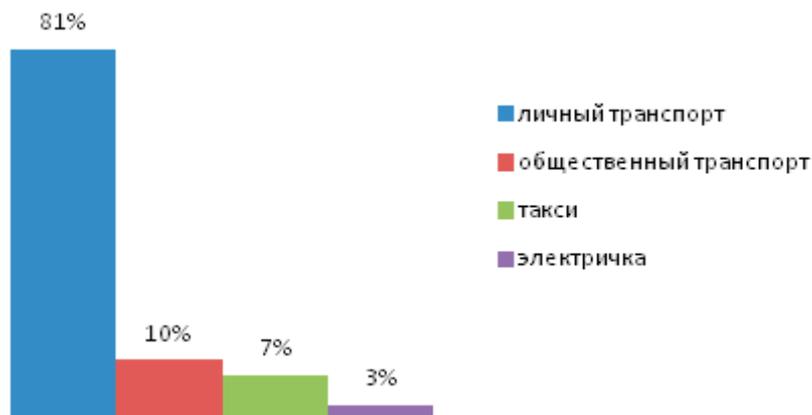


Рис. 4. Каким транспортом Вы пользуетесь для поездки за город?

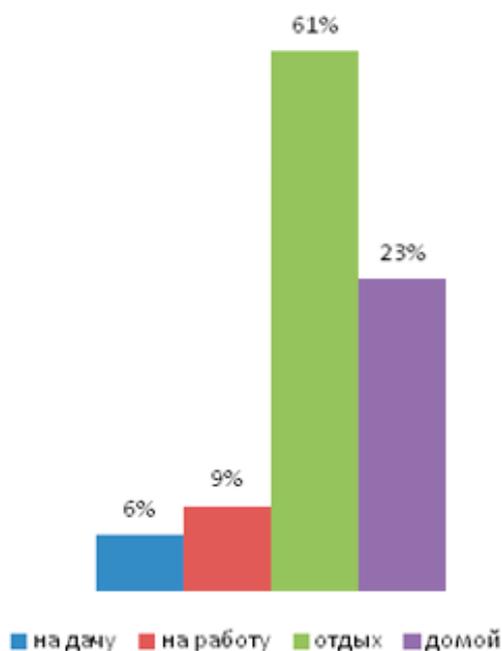


Рис. 5. Цель поездок за город

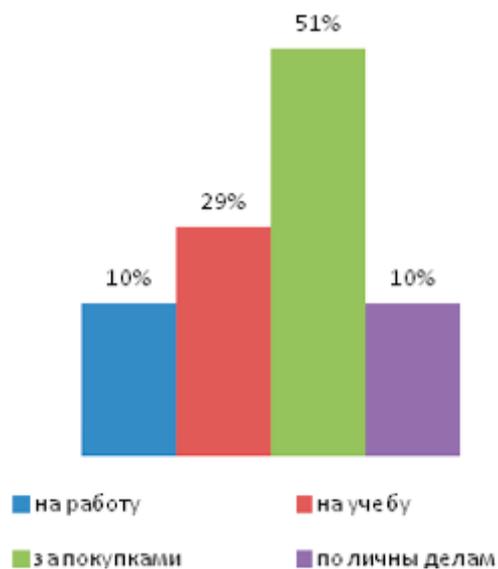


Рис. 6. Цель поездок по городу

Литература:

1. Богдарецкий, А. В. Основные направления в исследованиях рынка транспортных услуг, 2007. — 281 с.
2. Бачурин, А. А. Маркетинг на автомобильном транспорте: учебное пособие. — 208 с.

Режимы работы и замыкания в электроустановках

Коваленко Дмитрий Валерьевич, ассистент
Омский государственный технический университет

Система электроснабжения (СЭС) может находиться в различных режимах работы: нормальном, ненормальном и аварийном. Рассмотрим эти режимы.

Основные определения

Нормальный режим работы — это такой режим работы электроустановки, при котором обеспечивается снабжение электроэнергией любых потребителей надлежащего качества. При этом показатели качества электроэнергии находятся в пределах, установленных ГОСТ 32144–2013 [3].

Аварийный режим работы — это режим работы электроустановки, который сопровождается отклонением рабочих параметров от предельно-допустимых значений. Этот режим работы характеризуется повреждением элементов СЭС, выходом из строя электрооборудования, возможным перерывом электроснабжения.

Ненормальный режим работы — это режим работы электроустановки, при котором значение какого-либо одного из параметров, характеризующего режим работы СЭС выходит за пределы диапазона допустимых рабочих значений. Они связаны с отклонениями значений величин тока, напряжения и частоты. Ненормальные режимы работы могут быть опасны для оборудования или устойчивой работы энергосистемы.

К аварийным режимам работы электроустановок относятся короткие замыкания: трехфазные ($K^{(3)}$), двухфазные ($K^{(2)}$), двухфазные на землю ($K^{(1.1)}$), однофазные ($K^{(1)}$). Все эти виды замыканий справедливы для сетей с заземленным режимом работы нейтрали [1, 2, 4, 5].

Короткое замыкание (КЗ) — это электрическое соединение двух точек электрической цепи с разными значениями потенциала, не предусмотренное конструкцией устройства и нарушающее его нормальную работу или состояние, при котором сопротивление нагрузки меньше внутреннего сопротивления источника питания. Кроме того, короткое замыкание может возникать при нарушении изоляции токоведущих элементов [1, 2, 4, 5].

Виды коротких замыканий, основные соотношения токов и напряжений

При трехфазном коротком замыкании токи и напряжения во всех трех фазах равны по величине не только

в месте короткого замыкания, но и любой другой точке сети: $\dot{I}_A = \dot{I}_B = \dot{I}_C$; $\dot{U}_A = \dot{U}_B = \dot{U}_C$.

При двухфазном коротком замыкании на здоровой фазе ток отсутствует, а в поврежденных фазах проходят токи, одинаковые по величине и противоположные по направлению: $I_A = 0$, $I_B = -I_C$. Напряжение между поврежденными фазами равно нулю, а фазные напряжения

$$\text{равны: } U_{BC} = 0, \dot{U}_B = \dot{U}_C = \frac{E}{2}.$$

При двухфазном коротком замыкании на землю соотношения токов и напряжений имеют следующий вид: $I_A = 0$, $U_B = U_C = 0$.

Для сетей с заземленной нейтралью этот вид короткого замыкания является более опасным по сравнению с двухфазным коротким замыканием из-за значительного уменьшения линейных напряжений в месте короткого замыкания.

При однофазном коротком замыкании соотношения токов и напряжений принимают следующий вид: $U_A = 0$; $I_B = I_C = 0$. (Этот вид короткого замыкания справедлив только для сетей с заземленной нейтралью, также как и двухфазное короткое замыкание на землю.)

В электрических машинах возможны межвитковые короткие замыкания (замыкание витков обмоток ротора или статора, либо витков обмоток трансформаторов), а также замыкание обмотки на металлический корпус машины.

Короткое замыкание в любом из элементов СЭС может нарушить её функционирование — у некоторых потребителей может упасть питающее напряжение, что приводит к повреждению оборудования; в трёхфазных сетях при коротких замыканиях возникает несимметрия напряжений, нарушающая её нормальное электроснабжение. В системообразующих сетях короткое замыкание способно вызвать тяжёлые системные аварии [1–5].

Основные причины возникновения коротких замыканий

1. Старение и, вследствие этого, пробой изоляции.
2. Набросы на провода линий электропередачи (ЛЭП).
3. Обрывы проводов ЛЭП с падением на землю.
4. Механические повреждения изоляции кабельных ЛЭП при земляных работах.

5. Удары молнии в ЛЭП.

Чаще всего КЗ происходит через переходное сопротивление (через сопротивление электрической дуги,

возникающей в месте повреждения изоляции). Иногда возникают металлические КЗ без переходного сопротивления.

Таблица 1. Вероятность возникновения повреждений в электрических сетях

Вид КЗ/повреждения	Вероятность возникновения
Трёхфазное — К ⁽³⁾	1–7%
Двухфазное — К ⁽²⁾	2–13%
Двухфазное на землю — К ^(1,1)	5–20%
Однофазное — К ⁽¹⁾	60–92%
Однофазное замыкание на землю — З ⁽¹⁾	60–92%

Другие ненормальные режимы работы

В сетях, не имеющих непосредственного заземления нейтрали (изолированная, компенсированная или резистивно заземленная нейтраль) могут возникать только трехфазные и двухфазные короткие замыкания.

В упомянутых выше сетях (без заземления нейтрали) при электрическом контакте любой из трех фаз с землей возникают *однофазные замыкания на землю (ОЗЗ)*,

которые относятся к ненормальным режимам работы (не являются короткими), так как в режиме работы сети при однофазном замыкании на землю сеть (в классическом случае) не отключается устройствами релейной защиты и продолжает работать. В этом случае напряжения на здоровых фазах возрастают до линейных значений. Допустимые значения емкостных токов при однофазном замыкании на землю для сетей с различными классами напряжений приведены в таблице 2.

Таблица 2. Допустимые значения емкостного тока при однофазном замыкании на землю

Класс напряжения, кВ	Допустимое значение емкостного тока, А
3–6	30
10	20
15–20	15
35	10
Генераторные цепи	5
ЛЭП на ж/б опорах	10

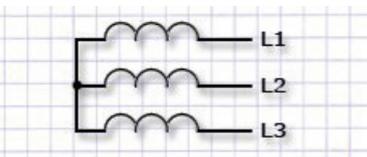
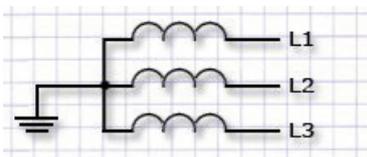
Именно этот режим работы в настоящее время вызывает живой интерес, так как на данный момент еще никому не удалось создать универсальную селективную защиту от однофазных замыканий на землю, поэтому актуальность и перспективность создания такой защиты не вызывает сомнений.

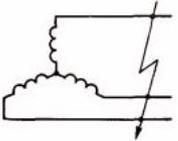
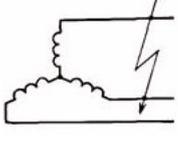
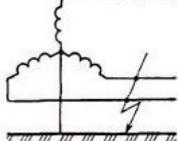
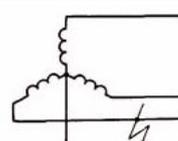
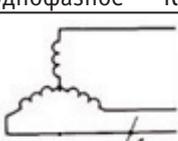
Кроме всего вышперечисленного следует выделить режим *перегрузки* как одну из разновидностей ненормальных режимов работы. К ним относятся: перегрузка оборудования при превышении номинального значения

тока, перегрузка оборудования при превышении номинального значения напряжения. При превышении номинального значения тока возникает повышенный износ изоляции, что приводит к её повреждению. При превышении напряжения выше номинального значения уменьшается срок службы электрооборудования и увеличивается вероятность возникновения аварий.

В заключение приведем таблицу с режимами работ нейтралей СЭС и видами замыканий, которые могут возникнуть в каждом конкретном случае.

Таблица 3. Виды замыканий в системах электроснабжения

Вид замыкания или повреждения		
	Сеть с изолированной нейтралью	Сеть с заземленной нейтралью

 <p>Трёхфазное — К⁽³⁾</p>	+	+
 <p>Двухфазное — К⁽²⁾</p>	+	+
 <p>Двухфазное на землю — К^(1.1)</p>		+
 <p>Однофазное — К⁽¹⁾</p>		+
 <p>Однофазное замыкание на землю — З⁽¹⁾</p>	+	

Литература:

1. Андреев, В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения / В. А. Андреев. М.: Высшая школа, 2006. — 642 с.
2. Беркович, М. А. и др. Основы техники релейной защиты / М. А. Беркович, В. В. Молчанов, В. Л. Семенов. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 376 с.
3. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. — М.: Стандартинформ, 2014. — 16 с.
4. Правила Устройства Электроустановок. 7-е издание.
5. Рожкова, Л. Д. и др. Электрооборудование электрических станций и подстанций / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. — 4-е изд., стер. — М.: Академия, 2007. — 448 с.

Сравнение металлической и композитной арматуры при армировании бетона

Кузнецов Александр Дмитриевич, студент;
Лаврентьев Максим Сергеевич, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье рассматриваются преимущества и недостатки металлической и композитной арматуры, а также, анализируется их поведение при армировании ими бетона.

Ключевые слова: бетон, армирование бетона, металлическая арматура, композитная арматура

Keywords: concrete, concrete reinforcement, metal rebar, composite rebar

Бетон достаточно прочный строительный материал. Для того, чтобы еще больше увеличить его прочность, и соответственно, воспринимаемые нагрузки, внутри бетона используют арматуру [1,34; 2,8; 3,231; 4,323]. При возведении конструкций в промышленно-гражданском, дорожном и мостовом строительстве широко используются железобетонные изделия [5,72; 6,73; 7,44; 8,93]. На сегодня считается хорошей альтернативой стальной арматуре композитная [9,12; 10,43; 11,103; 12,143]. Но так ли это на самом деле? Что бы было проще ответить на этот вопрос, сравним параметры композитной и металлической арматуры по конкретным пунктам.

Основная часть

Теплопроводность и электропроводность. Тот факт, что металлическая арматура проводит электричество, означает возможность использования электротермического способа натяжения и получения предварительно напряженного железобетона.

Композитная арматура (в частности стеклопластиковая) это диэлектрик, следовательно, для нее такой способ не подойдет.

Также свойство металла проводить ток позволяет делать электропрогрев бетона, при армировании его соответствующим типом арматуры. При использовании ж/б как опоры, выведя металлическую арматуру, ее можно использовать как заземление или молниеотвод.

Большим плюсом для металлической арматуры является тот факт, что ее можно гнуть и сваривать прямо на строительной площадке. Это важный фактор при возведении какого-либо металлического каркаса.

Придать криволинейную форму композитной же арматуре возможно только в специальных условиях на заводе-изготовителе.

К плюсам композитной арматуры можно отнести низкие показатели теплопроводности, что позволяет лучше удерживать тепло в помещениях.

Примечательно так же и то, что вес композитной арматуры значительно меньше металлической, это позволит сэкономить на ее транспортировке. Но при использовании каждого из типов арматур при армировании, учитывая вес и процентное соотношение бетона и арматуры в конструкции, это не сильно облегчит конструкцию с использованием композитной арматуры.

Коррозия. В этом аспекте более выгодно использование арматуры из композитных материалов, так как она устойчива к различным агрессивным средам. Это позволяет использовать такую арматуру в бетонах с большим количеством противоморозных добавок и добавок ускорителей.

В некоторых проектах, где в дальнейшем используется оборудование, генерирующее электромагнитные сиг-

налы, желательно использование композитной арматуры, так как она обладает электромагнитной прозрачностью и не подвержена влиянию электромагнитных полей, чем не может похвастать арматура металлическая.

Многие производители композитной арматуры в качестве рекламы заявляют то, что она в несколько раз прочнее металлической при том же сечении. Расчетное сопротивление металлической арматуры действительно меньше, чем у композитной, но модуль упругости больше у арматуры из металла, причем в несколько раз. Это означает большую деформативность арматуры из композитов, и как следствие, при армировании бетона такой арматурой, его деформации будут намного выше. Поэтому, использование композитной арматуры желательно только в предварительно напряженном железобетоне [2,12; 3,233; 9,13; 13,113].

Касательно огнестойкости. Металлическая арматура теряет свою несущую способность при 600°C, для композитной нету даже таблиц с указанием данных значений, но нетрудно предположить, что так как это органика, значения будут ниже чем у металла. Как следствие строения с использованием такой арматуры под температурным воздействием будут сильно деформироваться и разрушаться, что может быть опасно для жизни.

Производители композитной арматуры заявляют, что она прочнее металлической, поэтому в конкретном случае можно использовать меньший диаметр арматуры из такого материала чем из металла. Как следствие, площадь контакта с бетоном будет меньше, что негативно скажется на сцеплении арматуры с бетоном и удержании ее в конструкции. Таким образом при одинаковых нагрузках, растрескивание бетона в котором используется композитная арматура будет больше, что может привести к разрушению общей целостности.

Заключающим, немаловажным аспектом является поведение арматуры в старых строениях. Со временем бетон разрушается, и в нем появляются трещины, но так как металл тверже бетона и относительно пластичен, многотонные массы бетона не срезают арматуру при повреждении изделия. С использованием стеклопластиковой арматуры в подобных ситуациях вероятность ее среза резко увеличивается.

Вывод

В данной статье были рассмотрены характеристики и поведение металлической и композитной арматуры при различных воздействующих факторах. Не смотря, на ряд преимуществ у композитной арматуры, применение металлической остается до сих пор более надежным, что обусловлено многими металлическими свойствами и качествами, рассмотренными выше, а также проверенными временем.

Литература:

1. Ватин, Н. И., Моделирование набора прочности бетона в программе ELCUT при прогреве монолитных конструкций проводом/ Н. И. Ватин, М. О. Дудин, Ю. Г. Барабанщиков// Инженерно-строительный журнал. 2015. № 2 (54). С. 33–96.
2. Кудайбергенова, Н. А., Кинетика набора прочности бетона при раннем замораживании/ Н. А. Кудайбергенова, Л. И. Чумадова, Н. И. Ватин, И. Г. Бакирова, А. А. Браташев, А. В. Кабанов// Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 2 (41). С. 7–17.
3. Кутлияров, Д. Н., Кутлияров А. Н., Валиева Э. Т. Композитная стеклопластиковая арматура. Башкирский государственный аграрный университет. 2015. с. 230–233
4. Лазарев, Ю. Г., Строительство автомобильных дорог и аэродромов: Учебное пособие. / Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, С. В. Алексеев, Н. В. Ворончихин, А. Т. Змеев, С. А. Уколов, В. А. Трепалин, С. В. Дахин, В. Т. Колесников, Д. Л. Симонов // СПб.: ВАТТ. 2013. 528 с
5. Лазарев, Ю. Г., Собко Г. И. Реконструкция автомобильных дорог: Учебное пособие. СПб. 2013. 93 с.
6. Лазарев, Ю. Г., Синицына Е. Б. Современное состояние проблемы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Синицына //Технико — технологические проблемы сервиса.— СПб.: 2013. № 4 (26), с. 71–74.
7. Лазарев, Ю. Г. Формирование потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог / Ю. Г. Лазарев, Д. Л. Симонов, А. Н. Новик/ Технико — технологические проблемы сервиса. СПб.: 2016. № 1 (35). с. 43–47.
8. Лазарев, Ю. Г., Новик А. Н., и др., Изыскания и проектирование транспортных сооружений: Учебное пособие /Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, В. Г. Терентьев, С. А. Сидоров, С. А. Уколов, В. А. Трепалин / СПб.: ВАТТ, 2008. 392 с.
9. Степанов, А. Ю. Арматура композитная полимерная и сейсмостойкость сооружений. Строительные материалы, оборудования, технологии XXI века. 2014. № 3 (182). с. 12–13
10. Лазарев, Ю. Г. Транспортная инфраструктура (Автомобильные дороги). Монография — LAP LAMBERT, Германия: 2015. 173 с.
11. Лазарев, Ю. Г., Громов В. А. Современные требования к обеспечению потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог // В сборнике: Инновационные технологии в мостостроении и дорожной инфраструктуре. Материалы межвузовской научно-практической конференции. 2014. с. 102–109.
12. Лазарев, Ю. Г., Обоснование деформационных характеристик укрепленных материалов дорожной одежды на участках построечных дорог. / Ю. Г. Лазарев, П. А. Петухов, Е. Н. Зарецкая/ Вестник гражданских инженеров. 2015. № 4 (51). с. 140–146.
13. Ватин, Н. И., Производство работ. Определение продолжительности строительства воднотранспортных сооружений/ Н. И. Ватин, Г. Я. Булатов, Т. Ф. Морозова, А. В. Улыбин// Учебное пособие: СПб, СПбПУ, 2013. 116 с.

Определение эффективности процесса энергопотребления в энергокластере

Лахов Юрий Александрович, соискатель

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В данной статье рассматривается применение контрольных карт Шухарта в определении эффективности процесса энергопотребления энергокластера предприятия. Решение по управлению энергопотреблением определенного энергокластера с целью оптимизации технологического процесса заключается в точности определения потребления энергии данным энергокластером и соотношении его с набором исходных показателей.

Определение «управление энергоэффективностью» определяет собой сочетание законодательной базы и механизмов управления, которые направлены на поддержку реализации стратегий, политики и программ энергоэффективности. В настоящее время в организации производства

предприятий не учитываются многие факторы производства и показатели энергоэффективности в соответствии с действующими и существующими ГОСТами и правилами при оценке энергоэффективности. Существующие подходы в управлении энергоэффективностью на предприятии включают в себя управление на основе анализа резервов энергоэффективности. В данном подходе определен акцент на оценку текущего состояния энергопотребления, стимулировании энергосбережения и внедрении инновационных энергоэффективных технологий. В соответствии с применяемыми в настоящее время методами (ISO 9001:2015) оценки энергоэффективности, процесс энергопотребления рассматривается с позиций его от-

дельных элементов и составляющих (двигатель, аппарат, технологическая установка, технологическая линия и т.д.) применяемые для оценки энергоэффективности. В последнее время растет убеждение, что при определении эффективности нужно учитывать не только экономические, но и другие (в частности, социальные) эффекты. Управление энергопотреблением определенного энергокластера для оптимизации технологического процесса заключается в определении соотношения энергопотребления энергокластера с его набором исходных показателей. Для данного решения необходимо собрать данные по потреблению энергии в технологическом процессе определенного энергокластера и организовать их так, чтобы можно было установить расположение крупных энергопотребителей, а также их качество выполнения возложенных на них функции.

Для определения функционирования энергокластера, необходимо сравнить текущее потребление энергии с целевыми показателями энергопотребления, что в итоге будет отражать текущую работу энергокластера. Определение контроля качества энергопотребления не позволяет предупреждать отклонения в процессах энергокластеров предприятия, в то время как применение статистических методов контроля позволяет не только выявлять нарушения, но и поддерживать процесс в стабильном состоянии. Используя инструменты статистического управления процессами можно контролировать появление значимых вариаций и таким образом, свести к минимуму вероятность их появления [1]. В качестве объекта управления выбран процесс энергопотребления энергокластера нижнего иерархического уровня предприятия. Для выявления стабильности и закономерностей процесса энергопотребления энергокластера, был проведен анализ показателей его качества и параметров процесса энергопотребления. При обработке данных применялся ГОСТ Р 50779.42–99 (ИСО 8258–91) «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта».

Одним из основных инструментов в обширном арсенале статистических методов контроля качества являются контрольные карты. Контрольные карты служат для наглядного отображения протекания процесса и своевременного распознавания неслучайных отклонений или нарушений процесса [2]. В качестве контролируемого параметра процесса энергопотребления был выбран показатель потребляемой мощности энергокластером. Из множества разнообразных карт Шухарта были выбраны карты средних (X-карта) и размахов (R-карта), как наиболее информативные и простые в применении [3].

Разработка контрольных карт для данного процесса включает следующие аспекты:

- анализ исходных данных на наличие грубых ошибок;
- проверка статистической однородности выборки;
- построение гистограммы и её корректировка;
- проверка гипотезы о нормальности распределения в выборке;
- построение контрольных карт и их анализ.

Далее при помощи контрольных карт проводится анализ стабильности процесса энергопотребления. По ГОСТ Р 50779.44–2001 процесс может находиться в трех состояниях:

1. стабилен и по разбросу, и по положению среднего арифметического;
2. стабилен по разбросу, но не стабилен по положению среднего арифметического;
3. нестабилен по разбросу и по положению среднего арифметического.

Исходя из полученных контрольных карт можно сделать вывод, что процесс и по разбросу, и по положению среднего арифметического находится в статистически управляемом состоянии. Необходимо проводить более точные измерения энергопотребления в различных энергокластерах иерархических уровней предприятия, чтобы получить более надежные выводы и тщательно отслеживать весь основной технологический процесс.

Контрольная карта процесса

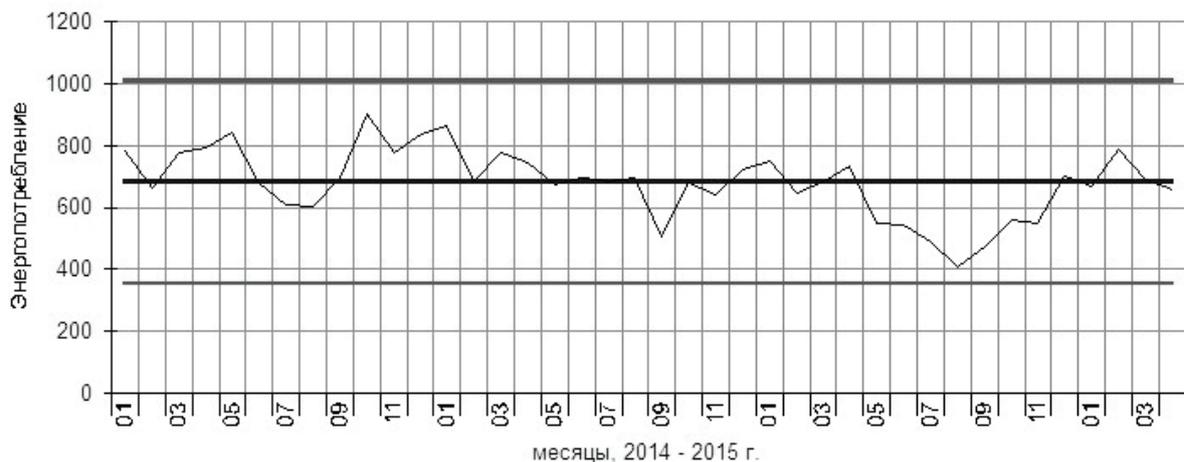


Рис. 1. Контрольная карта процесса энергопотребления энергокластером

Литература:

1. Клячкин, В.Н. Модели и методы статистического контроля многопараметрического технологического процесса. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 196 с. — ISBN 978–5–9221–1361–8
2. Клячкин, В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии: учебное пособие/В. Н. Клячкин. — М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. — 304 с.: ил.
3. ГОСТ Р 5779.42–99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.; введ. 01.01.2000 — М.: Изд-во стандартов, 1999–36с.

Решение экологической проблемы утилизации отходов упаковки из термоусадочной плёнки

Мельниченко Максим Андреевич, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

Полимерные пленки — наиболее распространенный материал для упаковывания: в них упакованы многие продукты питания, канцелярские товары, одежда; из пленок сделаны пакеты и мешки. Рынок полимерных пленок является основным сектором потребления полимерной упаковки, он составляет около 25% от всего объема выпускаемых полимеров.

Можно выделить следующие причины, способствующие широкому использованию полимерных пленок в качестве упаковочных материалов:

- технические: пленки обладают исключительным соотношением внешний вид/вес, располагая к тому же возможностями по герметизации, защите от проникновения газов, влаги и химических смесей; пленки позволяют наносить на товары печать и информирующие потребителя надписи; они выглядят эстетично и легки по весу;

- экономические: пленки могут производиться в массовом порядке по низким ценам, и особенно хороши для производства упаковки небольшими партиями;

- эстетические: пленки могут придать товару внешнюю привлекательность и предложить широкие возможности по дизайну — для нанесения рисунков и надписей;

- экологические: снижение веса упаковки, высокие защитные свойства полимеров (по сравнению с бумажной упаковкой и картоном) делают пленки более благоприятными для окружающей среды [6].

Из полимерных пленок можно получать различные виды продукции, начиная от однослойных пленок из полиэтилена, и до многослойных высокотехнологичных материалов из различных полимеров, включая металл и бумагу, а также термоусадочную и стретч-пленку (stretch).

Термоусадочная пленка — полимерная пленка, способная сокращаться под воздействием температуры, превышающей температуру размягчения полимера.

Стретч-пленка (stretch) — материал, обладающий способностью обратимо растягиваться с удлинением

200–300%, а также способностью прилипать к самому себе, не прилипая к обертываемому содержимому (умеренные избирательные адгезионные свойства) [4].

Сравнивая эксплуатационные характеристики полимеров, используемых для изготовления пленок, можно выделить несколько общих свойств, позволяющих считать полимерные пленки незаменимым материалом для упаковочного производства. С точки зрения экологической безопасности они помогают снизить объемы затрат, уменьшить вес упаковочных материалов. К сожалению, в настоящее время отходы полимеров трудно перерабатываются [3], из-за чего пленки в глазах потребителя кажутся менее привлекательными.

В последнее время наблюдается растущий интерес к полимерам с различными добавками, которые позволяют улучшить свойства упаковочных материалов.

Термоусадочные пленки используются для упаковки хлебобулочных изделий, кондитерских изделий, почтовых отправлений, как транспортная, групповая упаковка, упаковка журнальной продукции, косметики и парфюмерии, электротоваров, промышленных товаров, как этикетки, крышки, колпачки — все это упаковка, которая приводит к загрязнению окружающей среды в виде отходов продукции одноразового пользования. Учитывая особенности производства термоусадочной пленки, связанные с нарушением структуры полимеров, можно предположить, что вторичная переработка такой упаковки не позволит получить материал с хорошими физико-механическими характеристиками, а значит необходимо придать такой упаковке свойство «быстро исчезнуть». В последнее время разработаны добавки, которые позволяют решить эту проблему путем создания оксибиоразлагаемых пластиков.

Оксибиоразлагаемые пластики представляют собой полимеры, модифицированные специальными добавками — ускорителями процесса окисления полимера под действием УФ и кислорода воздуха до соединений, ко-

торые в дальнейшем потребляются микроорганизмами с образованием углекислого газа, воды и биомассы.

Оксибиоразлагающие добавки представляют собой соединения, содержащие ионы металлов в форме карбоксилатов, которые действуют в полимерах как ускорители фото- и термического окисления и отличаются высокой эффективностью при низких концентрациях (1–3%), а также способностью разлагаться как под действием УФ-света, так и микроорганизмов.

Наиболее распространенной в настоящее время является добавка d_2w , которая производится английской компанией Symphony (Великобритания) и применяется в производстве изделий из полиэтилена и полипропилена, основных материалов для изготовления упаковки. Она успешно используется в 60 странах мира, среди которых Канада, Великобритания, США, Франция, Италия, Бразилия, Индия и др.

Крупнейшими потребителями добавки являются предприятия-производители пленок и пакетов, поставляющие свою продукцию розничным сетям, сетям отелей, ресторанам. Упаковкой, содержащей добавку d_2w , пользуются такие крупные компании, как Wal-Mart, Tesco, KFC, PizzaHut, Marriott, Nescafe, ZARA, WWF и многие-многие другие.

Наличие добавки никак не меняет свойства базового полимера и, соответственно, готового изделия. Упаковка, изготовленная с применением добавки, будет такой же прочной, хорошо окрашиваемой, при необходимости прозрачной и т.д. Преимущество нового продукта в том, что полимерные материалы с добавкой d_2w исчезнут в любых условиях. При этом продукты разложения — углекислый газ, вода, гумус — абсолютно безопасны для человека и окружающей среды.

Эффективность добавки d_2w , ее безопасность, допуск к контакту с пищевыми продуктами, экологичность подтверждены сертификатами ведущих лабораторий и испытательных центров мира (например, RAPRA) [5].

В нашей стране данной добавке уделяют особое внимание такие компании-производители изделий из пластмасс как «ЕвроБат» (Санкт-Петербург), «Симплекс».

Рецептура добавки, на основе которой ООО «ЕвроБат» выпускает упаковку, разработана так, что срок годности пакета составляет 18 месяцев, впоследствии при утилизации начинается процесс разложения, который длится около 1,5 лет. Чтобы не ускорить разложение во время эксплуатации необходимо соблюдать одно простое условие — не держать долго под действием прямого солнечного света.

На начальном этапе экологичные пакеты не отличаются по внешнему виду и прочностным характеристикам от обычных пакетов. Никаких технологических сложностей в процессе производства изделий с добавкой нет [2].

Учитывая результаты исследований можно предположить, что введение добавки d_2w в термоусадочную пленку позволит решить проблему утилизации отходов термоусадочной упаковки.

Для производства термоусадочной пленки из ПЭНП с оксибиоразлагаемой добавкой d_2w можно использовать рукавные плёночные экструзионные линии, предназначенные для производства плёнок методом рукавной экструзии с раздувом по схеме «снизу-вверх» в виде рукава, полотна для последующего изготовления различной плёночной продукции, упаковки и т.д. Экструдеры для переработки полиэтилена комплектуются многокомпонентными системами подачи сырья, системами внешнего и внутреннего охлаждения рукава. В зависимости от задач, конфигурация линии может включать вращение головки или тянущего устройства. Наличие системы утилизации кромки позволяет отбирать кромку, гранулировать, и возвращать в цикл производства плёнки [1].

Полиэтиленовую термоусадочную пленку изготавливают методом экструзии с последующим пневматическим растяжением согласно ГОСТ 25951–83. В качестве исходного сырья используют полиэтилен высокого давления (ПЭВД) 15313–003 ГОСТ 16337–77 высшего сорта и специальную добавку d_2w , которая обеспечивает разложение стандартного ПЭ на безопасные компоненты через «запрограммированный» рецептурой добавки срок. Такая добавка представляет собой мастербатч-гранулят на полимерной основе, которая добавляется в соотношении 1–3% по массе к 97–99% основного материала. Гранулированный полимерный материал с добавкой из технологической емкости пневозагрузчиком доставляется в бункер, где происходит его окончательная подготовка (подсушка, предварительный нагрев) к переработке. Поступив в экструдер, полимер пластицируется, гомогенизируется и под давлением нагнетается в формующую головку, откуда выдавливается в виде рукавной заготовки, сечение которой определяется геометрией кольцевой щели головки. Внутри заготовки через дорн головки при давлении (2–4 кПа) подается воздух, под действием которого происходит раздув экструдата в поперечном направлении с образованием плёночного пузыря. Для придания раздуваемому пузырю формоустойчивости его интенсивно охлаждают обдуванием холодным воздухом через дюзы наружного охлаждающего устройства. Для стабилизации формы рукава и ускорения его охлаждения также служит кольцевой бандаж.

Достоинство термоусадочной упаковки заключается в относительной простоте самого процесса упаковывания, ее прочности, эстетичности при относительно небольшой стоимости. Кроме того, можно отметить доступную сырьевую базу, простоту и экологичность утилизации использованной пленки и отходов ее производства. Таким образом, термоусадочная пленка является прекрасным упаковочным материалом, технология производства которого имеет свои особенности.

Таким образом, одним из наиболее эффективных способов решения проблемы утилизации отходов упаковки из термоусадочной плёнки является производство оксибиоразлагаемых полимеров, способных разрушаться в природе с образованием безвредных веществ.

Литература:

1. АЛЕКО. Российский производитель оборудования для переработки полимеров. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://polimerexpert.ru/ekstruderyi-dlya-proizvodstva-pe-plenki-mini>
2. Биоразлагаемые полимерные упаковочные материалы / [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.agronews.ru>
3. Ершова, О. В., Муллина Э. Р., Чупрова Л. В., Мишурина О. А., Бодьян Л. А. Изучение влияния состава неорганического наполнителя на физико-химические свойства полимерного композиционного материала // Фундаментальные исследования. 2014. № 12–3. с. 487–491.
4. Лебедева, Т. М. Экструзия полимерных пленок и листов [Текст] — Спб.: ЦОП «Профессия» 2009. — 216с.
5. Пластиковая упаковка не должна жить вечно: о добавках для самопроизвольного разрушения полимеров / [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.article.unipack.ru>
6. Спецвыпуск «Все о пленках» / Отраслевой сервер Unipack.Ru

Расширение спектра свойств целлюлозных композиционных материалов путем сополимеризации волокон целлюлозы

Пинчукова Ксения Владимировна, студент

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова,

В настоящее время рынок композиционных материалов очень разнообразен. Целлюлозные композиты на основе бумаги являются перспективным современным материалом и конкурируют по значимости и объемам получения с композитами на основе полимеров, которые могут содержать различные неорганические наполнители [1], а прививка синтетических полимеров к целлюлозе позволяет модифицировать ее свойства.

Реакции прививки можно осуществлять методами радикальной и ионной полимеризации, а также с помощью реакций конденсации или присоединения.

Чаще всего применяют радикальную полимеризацию, инициируемую химическим или радиационным способами. Химическое инициирование осуществляют соединениями, легко распадающимися на свободные радикалы, например, пероксидами.

Для инициирования привитой сополимеризации перед введением мономера целлюлозу облучают УФ-светом и гамма-лучами. В присутствии кислорода воздуха в целлюлозе генерируются пероксидные радикалы, которые и инициируют прививку, или возникают радикальные центры при первом атоме углерода [5].

Ионную полимеризацию проводят в инертных растворителях (ТГФ, ДМФ, ДМСО), а в качестве исходного материала используют целлюлозаты. В качестве катализатора используют ВF, который реагирует с целлюлозой как кислота Льюиса.

Реакциями конденсации на целлюлозу прививают силксаны, а также сложные эфиры полиэтиленгликоля или адипиновой кислоты.

По реакции присоединения к целлюлозе прививают полиэтиленмин.

Свойства модифицированных волокон зависят от степени замещения (СЗ), характера введенных групп (гидрофильный или гидрофобный), их размера, а также от распределения введенных групп между аморфными и кристаллическими областями целлюлозных волокон.

В зависимости от свойств, которыми должны обладать модифицированные целлюлозные материалы, к целлюлозе прививают различные синтетические полимеры [3].

В настоящее время синтезированы привитые сополимеры целлюлозы со всеми виниловыми полимерами (акрилонитрил, метакрилонитрил, винилацетат) и большинством диеновых полимеров. Также синтезированы привитые сополимеры, содержащие различные реакционноспособные функциональные группы — аминогруппы, кетогруппы, эпоксигруппы и пр.

Сегодня распространено облагораживание текстильных целлюлозных волокон. Облагораживанию подвергают, как правило, вискозные или ацетатцеллюлозные волокна и нити.

Модифицированное вискозное волокно, представляющее собой сополимер целлюлозы и полиакрилонитрила, содержащий 60–70% целлюлозы и 40–30% полиакрилонитрила, называли волокно мтилон-В.

Благодаря наличию нитрильных групп, это волокно обладает повышенной стойкостью к истиранию и фотохимической деструкции. Наличие боковых ответвлений синтетического полимера определяет стойкость этого волокна к действию микроорганизмов.

Основным специфическим преимуществом является шерстеподобный вид, обуславливающий широкое применение этого волокна в ковровом производстве, а также

способность окрашиваться различными классами красителей, применяемыми для крашения как целлюлозных, так и шерстяных волокон.

Волокно мтилон-С (привитой полимер, содержащий 70–75% целлюлозы и 25–30% полистирола) обладает повышенной гидрофобностью и стойкостью к действию кислот. Такое волокно используют для изготовления спецодежды работников отраслей промышленности, в которых применяются минеральные кислоты умеренной концентрации.

Целью модифицирования ацетатных волокон является устранение следующих недостатков, присущих немодифицированным ацетатным волокнам: повышенная электризуемость, низкая устойчивость к истиранию, малая стабильность формы изделия.

Путем прививки к ацетату целлюлозы литиевой или натриевой соли полиметакриловой кислоты, вводимой в количестве 10%, получают волокна, не уступающие обычному ацетатному волокну по основным физико-механическим показателям, но обладающие пониженным в 10 раз электрическим сопротивлением и повышенной стойкостью к истиранию [2].

Для повышения несминаемости изделий проводят сополимеризацию с полиуретанами, а для придания модифицированному ацетатному волокну шерстеподобного вида осуществляют сополимеризацию ацетата целлюлозы с полиакрилонитрилом.

Материалы, полученные при введении в поверхностный слой волокна фторорганических соединений, в частности фторакрилатов, содержащих на конце группу CF_3 , обладают маслоотталкивающими свойствами и одновременно сохраняют гигиенические качества, а также имеют большое значение для изготовления спецодежды.

Для получения огнезащищенных целлюлозных материалов применяют различные фосфор- и галогенсодержащие мономеры. Такие материалы приобретают большое значение при изготовлении обивочных и декоративных материалов, для изготовления спецодежды работников горячих цехов, летчиков, космонавтов.

Привитый сополимер целлюлозы с полиметилвинилпиридином и последующим присоединением гексахлорофена (хлорированный диоксифенилметан) обладает хорошими бактерицидными свойствами. Ткани и трикотажные изделия из этого материала используют для изготовления предметов личной гигиены для космонавтов (салфетки, полотенца), а также нательного и постельного белья для больных с ослабленной сопротивляемостью организма.

Волокна привитого сополимера целлюлозы с полиакриловой или полиметакриловой кислотой с последующим присоединением ионов металлов (медь, олово) или органическими бактерицидными реагентами, содержащими NH_2 - группы (неомицин) используются для изготовления спецодежды хирургов и одежды больных, перенесших тяжелые операции.

Антимикробные волокна применяются для фильтрации и обеззараживания воздуха, подаваемого в про-

изводство антибиотиков, при расфасовке лекарственных препаратов и пищевых продуктов, в операционные боксы. Для изготовления фильтров используют нетканые материалы, состоящие из 80% антимикробного вискозного волокна, содержащего 1,5% гексахлорофена, и 20% капронового или лавсанового волокна.

Бактерицидные ткани могут также применяться для упаковки стерильного хирургического инструмента и перевязочных средств.

Возможно получение кровеостанавливающих материалов. Например, производство гемостатической марли основано на прививке к целлюлозе акриловой кислоты с последующим ведением кальция, способного вызывать свертывание крови.

Получены целлюлозные материалы, обладающие ионообменными свойствами. Эти материалы, выпускаемые в виде волокон или пленок, применяют для хроматографических анализов и для улавливания благородных металлов из кислых отработанных растворах в часовой, ювелирной и горно-обогатительной промышленности.

Материалы, обладающие свойствами слабых катионитов, получают путем привитой полимеризации к целлюлозе (вискозному волокну) акриловой или метакриловой кислот. Материалы, обладающие свойствами сильных катионитов, получают путем привитой полимеризации к целлюлозе поливинилсульфоновой кислоты или полистирола с последующим сульфированием привитой цепи хлорсульфоновой кислотой.

Модифицированные целлюлозные материалы, обладающие свойствами анионитов, получают путем алкилирования привитого сополимера целлюлозы с полиметилвинилпиридином. Из алкилирующих реагентов чаще всего применяется эпихлоргидрин [4].

В последнее время стало развиваться направление, использующее порошковую целлюлозу. Порошковая целлюлоза — продукт, полученный деструкцией волокнистого сырья, обладает свойствами несколько отличными от волокнистой целлюлозы.

Сырьем для получения порошковой целлюлозы служит, в основном, хлопковая и древесная целлюлоза. Возможно использование отходов марлеперерабатывающих заводов, образующихся при резке кромок и концов рулонов марли, которые вырабатываются из высококачественного целлюлозного сырья: хлопковой (70%) и вискозной (30%) пряжи; отходов хлопкоочистительных заводов; сельскохозяйственных отходов, содержащих относительно небольшие количества лигнина (шелуха соевых бобов, гороха, отруби и т.д.); отходов трикотажа; чечерыжек кукурузных початков.

В зависимости от назначения порошкообразная целлюлоза может быть получена различными способами: механическим (сухой размол, размол в вибрационной мельнице); термомеханическим (перед размолем сырье подвергают термообработке); химическим (гидролиз щелочами, кислотами, кислыми солями, щелочно-окислительная обработка); высадением целлюлозы из ее растворов.

В результате образуются порошки, различающиеся морфологической структурой, степенью кристалличности, степенью полимеризации, гранулометрическим составом и другими характеристиками, что определяет, в конечном счете, их макроскопические свойства и область применения.

При механической деструкции разрушение происходит случайным образом, а продукт деструкции является аморфным (полностью или частично). При этом образуется порошок, чаще всего состоящий из анизометрических частиц, т.е. частиц, для которых характерны разные размеры волокна в различных направлениях.

При химическом способе деструкции (гидролизе) распад совершается по слабым связям (в аморфных зонах), а продукт деструкции является высококристаллическим.

Химическим способом может быть получена микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ), как разновидность порошковой целлюлозы. Микрокристаллическая целлюлоза — продукт модификации природной целлюлозы путем гидролитической деструкции до предельной степени полимеризации.

Литература:

1. Ершова, О. В., Муллина Э. Р., Чупрова Л. В., Мишурина О. А., Бодьян Л. А. Изучение влияния состава неорганического наполнителя на физико-химические свойства полимерного композиционного материала // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 12–3. с. 487–491.
2. Жерякова, К. В. Анализ химического состава гидрофобизирующих материалов, используемых в производстве бумажной упаковки [Текст] / К. В. Жерякова, Н. Д. Корниенко // *Молодой ученый*. — 2015. — № 9. — с. 230–232.
3. Мишурина, О. А., Тагаева К. А. Исследование влияния композиционного состава по волокну на влагопрочностные свойства исходного сырья при производстве картонных втулок // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования*. — 2013. — Т. 1. № 71. — с. 286–289.
4. Муллина, Э. Р., Мишурина О. А., Чупрова Л. В., Ершова О. В. Влияние химической природы проклеивающих компонентов на гидрофильные и гидрофобные свойства целлюлозных материалов // *Современные проблемы науки и образования*. — 2014. — № 6. — с. 250.
5. Хованский, В. В., Дубовый В. К., Кейзер П. М. Применение химических вспомогательных веществ в производстве бумаги и картона [Текст]: учеб. пособие / Санкт-Петербург, 2013 г. — 151с.

Композиционные материалы, используемые в производстве бумажной упаковки

Пинчукова Ксения Владимировна, студент

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова,

В настоящее время выпускается много современных материалов, которые представляют собой композиты, состоящие из различных материалов: полимеров, неорганических наполнителей [3], бумаги, картона и др. Наиболее распространены композиционные материалы на основе бумаги.

В мировой практике более 70% бумаги и картона выпускается в обработанном или переработанном виде [2]. Процессы обработки бумаги и картона направлены преимущественно на обеспечение прочностных и деформационных свойств упаковочного материала. Так,

Наиболее распространенным способом получения порошковой целлюлозы, в том числе и МКЦ, является кислотный гетерогенный гидролиз с последующим механическим измельчением по схеме, включающей приготовление гидролизующего раствора, гидролиз целлюлозы с образованием порошка, промывку, сушку, диспергирование и сортирование полученного целлюлозного порошка.

Продукт в виде порошка или геля используют в различных отраслях народного хозяйства: в медицинской и фармацевтической промышленности как вспомогательное средство при изготовлении таблеток; в пищевой промышленности при изготовлении печеной продукции, сладостей, рыбных консервов, майонезов, мясных и молочных продуктов; в косметике в качестве основы пудр, кремов; в технике для фильтрации, в качестве носителя катализаторов, как добавку при переработке синтетических полимеров и в материалах высокой прочности и термостабильности; целлюлозу в виде порошков используют при получении производных на её основе; в аналитической химии для колоночной и тонкослойной хроматографии, а также во многих других направлениях.

заданная капиллярно-пористая структура основы обеспечивает композиционную устойчивость материала и направленное формирование структуры покрытия. Барьерный слой — сохранение функций упаковочного материала. Поверхностная обработка (проклейка или мелование) — высокое качество печати для обеспечения информационно-художественных функций упаковки [8].

В связи с этим современный целлюлозный композиционный материал представляет собой многослойный материал, состоящий из основы — бумаги или картона (далее

по тексту будет использоваться бумага-основа) с заданной капиллярно-пористой структурой и нескольких функциональных слоев, обеспечивающих барьерные свойства и высокое качество печати современными способами.

Технология получения целлюлозно-композиционного материала (ЦКМ) складывается из ряда последовательных технологических линий: получения основы — бумаги или картона с заданной капиллярно-пористой структурой; нанесения покрытий с высокими оптическими и печатными свойствами, обеспечивающих возможность производства упаковки информационно-художественного назначения; нанесения барьерных покрытий, обеспечивающих сохранение функций [8].

Для создания упаковочных материалов на основе бумаги и картона с заданными потребительскими свойствами необходимо рассмотрение следующих этапов технологического процесса:

- подбор исходных волокнистых полуфабрикатов по волокну, т.е. составление различных вариантов композиций бумаги-основы по виду и происхождению волокон в зависимости от конечных свойств готовой продукции;
- изменение технологических режимов одного или нескольких технологических процессов производства упаковки;
- улучшения свойств целлюлозных материалов путем модификации целлюлозных волокон и минерального наполнителя;
- введение в бумажную массу различных добавок (минеральных наполнителей, красителей, дефлокулянтов, проклеивающих и других веществ);
- отделка бумаги или картона, включающая операции каландрирования, крепирования, гофрирования, тиснения, армирования, покрытия синтетическими пленками и др.;
- обработка поверхности бумаги или картона химикатами (поверхностная проклейка, пропитка различными составами, окраска, мелование, пластификация, лакирование, обработка минеральными реагентами) [5, 7].

Свойства готовой упаковочной продукции на основе бумаги в значительной степени определяются свойствами исходных волокнистых материалов, которые, в свою очередь, определяют технологический режим их переработки. При изготовлении разных видов бумажной упаковки применяются волокнистые материалы в различных соотношениях. В основном бумагу вырабатывают из двух, трех и более волокнистых полуфабрикатов, образующих таким образом композицию бумаги по виду волокон, или из одного волокнистого полуфабриката, приготовленного для этого соответствующим образом.

Зависимости между свойствами исходных волокнистых материалов и свойствами готовой бумаги-основы достаточно широко рассмотрены в специальной литературе, поэтому при выборе вида волокнистого материала следует учитывать его бумагообразующие свойства, комплекс которых обеспечивает требуемое качество изготовленной бумаги-основы [4].

Например, волокна трубчатого строения способны к получению пухлых видов бумаги, обладающих по-

вышенной впитывающей способностью. Из волокон ленточного строения обычно получается плотная, прочная бумага с сомкнутой поверхностью. Такие волокна, даже неразмолотые, позволяют изготовить бумагу с относительно высокими показателями механической прочности. Волокна твердых пород древесины, как правило, обеспечивают непрозрачность, пухлость, воздухопроницаемость и впитывающую способность бумаги. Волокна мягких пород, наоборот, придают бумаге более высокую прозрачность, плотную структуру и высокие показатели сопротивления разрыву.

В общем случае понятие бумагообразующие свойства включает в себя как особенности морфологических свойств используемых волокон, так и их химический состав.

Наряду с композиционным составом по волокну, процессы производства бумажной упаковки во многом определяют свойства конечной продукции.

При производстве многих видов бумаги и картона, предназначенных для нанесения на них покрытий как пигментных, так и полимерных, в массу вводят минеральные пигменты (каолин, тальк, двуокись титана, бланфикс и др.). Содержание наполнителей составляет от 3 до 20%. Введение наполнителя вызывает ослабление межволоконных связей и, как правило, увеличение пористости полотна, что отражается на характере изменения показателей: уменьшается прочность, степень проклейки, жесткость, деформация при намокании, скручиваемость, прозрачность при одновременном увеличении степени белизны, однородности структуры и гладкости [10].

Существуют определённые требования к целлюлозе-основе, исходя из конечных свойств. Во-первых, бумага должна быть достаточно прочной. Способность упаковки не растягиваться, не собираться складками и не рваться должна быть прямо пропорциональна весу упакованного продукта. Чаще всего способность выдерживать определенный груз рассчитывается с помощью специальных аппаратов, на которых предполагаемая упаковка подвергается ряду нагрузок.

Во-вторых, упаковка должна быть устойчива к истиранию. Важно, чтобы бумажные пакеты или другие виды упаковки были устойчивы к скольжению, особенно в тех случаях, если в обстоятельствах складирования или на полках магазинов эта продукция выставляется друг на друга. Чаще всего процесс истирания и скольжения предотвращается за счет специальных добавок и покрытий, таких как коллоидные силикаты.

Третьим фактором, особенно важным при дальнейшем осуществлении печати на упаковке и в целом влияющим на внешний вид будущего товара, является степень блеска и лощения бумаги. Для вопроса типографии этот момент, важен особенно, так как в большинстве случаев качество печати напрямую зависит от него.

Четвертый показатель, устойчивость к проникновению влаги, к намоканию. Влагопрочную бумагу изготавливают путем добавления к бумажной массе полиамидных смол. Такие виды бумаги зачастую применяются

для отделки внешних сторон коробок или многослойных мешков, которые подвергаются воздействию различных атмосферных условий [6].

Пятый показатель — необходимая степень блеска, матовости, прозрачности и белизны упаковочной продукции. Необходимо отметить следующее: несмотря на то, что сырье всегда подвергается процессу отбеливания, материал все равно сохраняет некоторый натуральный оттенок желтизны. Именно поэтому, во избежание явно заметной желтой тональности и для придания визуальной белизны, в дальнейшем большинство видов бумаги-основы оттеняется при помощи специальных голубых красок.

Использование в упаковке преимущественно отбеленных материалов увеличивает контрастность печати и обеспечивает наибольшую реальность цветов. Хотя всегда нужно принимать во внимание то, что для более легкого восприятия текста, нанесенного на упаковку или для достижения других специфических эффектов, преимущество на стороне более матового, а не блестящего покрытия, причем белоголубой оттенок тоже не приветствуется. При необходимости последующего нанесения печати на упаковку, нужно учитывать то, насколько пригоден упаковочный материал для покрытия краской, размещения иллюстраций и т.д. Под этим подразумевается целый ряд характеристик, которыми должна обладать бумага для нанесения на нее печати, среди которых такие как впитывающая способность для полиграфических красок и масел [9].

Бумага, используемая для упаковки продукты, которые могут оставить масляные пятна, должна быть устойчива к пропитыванию жиром. Чаще всего для таких продуктов в качестве упаковочного материала используется пергамент. Классическая технология производства пергамента и подпергамента направлена на то, чтобы сформировать из целлюлозных волокон сомкнутую структуру, в которой практически отсутствуют поры. Это достигается за счет высокой степени помола целлюлозного волокна и дополнительных стадий обработки бумажного полотна. И хотя сами целлюлозные волокна прекрасно смачиваются жирами, высокая сомкнутость волокон в структуре бумаги превращает материал в непроницаемый для жиров и масел [1].

Важным требованием к бумажной упаковке является возможность предотвратить испарение жидкости и, соответственно, порчу продукта. Для достижения этой цели бумага или картон должны комбинироваться с материалами, способными обеспечить эту защиту, такими как воск, полимерные пленки или алюминиевая фольга, используемые в качестве дополнительного покрытия.

На самом деле, все вышеуказанные свойства, которыми в той или иной степени должна обладать бумага, предназначенная для упаковки, взаимосвязаны. Другими словами, они постоянно взаимодействуют друг с другом, и не представляется возможным преобразовать одно из них, без одновременного влияния на уровень другого.

Литература:

1. Аким, Э.Л. Обработка бумаги (основы химии и технологии обработки бумаги и картона). М., 1979.
2. Дулькин, Д. А., Ковернинский И. Н., Комаров В. И., Спиридонов В. А. Мировые тенденции в развитии техники и технологии переработки макулатуры. Изд-во АГТУ, Архангельск, 2002, 108 с.
3. Ершова, О. В., Муллина Э. Р., Чупрова Л. В., Мишурина О. А., Бодьян Л. А. Изучение влияния состава неорганического наполнителя на физико-химические свойства полимерного композиционного материала // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 12–3. с. 487–491.
4. Лавров, И. В., Севастьянова Ю. В., Комаров В. И., Дулькин Д. А. Влияние композиции по волокну и технологических параметров на характеристики бумаги для гофрирования // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2011. № 5. с. 89–93.
5. Мишурина, О. А., Ершова О. В., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р. Технологические решения по производству упаковочного картона с улучшенными влагопрочностными свойствами // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2–19. с. 4166–4170.
6. Мишурина, О. А., Тагаева К. А. Исследование влияния композиционного состава по волокну на влагопрочностные свойства исходного сырья при производстве картонных втулок // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования*. — 2013. — Т. 1. № 71. — с. 286–289.
7. Мишурина, О. А., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р., Ершова О. В. Исследования качества исходного сырья на прочностные свойства картонных втулок // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 1. с. 254.
8. Пузырев, С. А. Технология обработки и переработки бумаги / С. А. Пузырев, Т. С. Бурова, С. П. Кречетов, П. Т. Рыжов: Учебник для техникумов. — М.: Лесная промышленность, 1985. — 312 с.
9. Свойства целлюлозных волокон и их влияние на физико-механические характеристики бумаги и картона — монография / [Д. А. Дулькин и др.]; под ред. В. И. Комарова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный ун-т. Архангельск, 2011.
10. Хованский, В. В., Дубовый В. К., Кейзер П. М. Применение химических вспомогательных веществ в производстве бумаги и картона [Текст]: учеб. пособие / Санкт-Петербург, 2013 г. — 151с.

Technology of fertilizer application for potatoes, the conditions required for the formation of high-quality tubers

Semenov Dmitry Olegovich, postgraduate student;
Shardina Galina Evgen`evna, candidate of technical sciences, assistant professor
Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov

The article considers the technology of fertilizer application for potatoes, it shows the most important component of getting a good harvest. The methods of fertilizer application were analyzed. The Classification of agricultural machinery for soil fertilization on the technological principle are also given here.

Keywords: potatoes, fertilizer, optimal distribution, yield, the method of application, ridge technology, hardware

The technology of potato cultivation is determined by a set of operations performed sequentially, with certain means of cultivation in a limited period of time.

The most important component of a good harvest of «second bread» is the creation of appropriate physical-mechanical composition of the soil with the proper temperature, air-water regime and optimum conditions for plant nutrition in different phases of their development. [1]

Ensuring conditions required for the formation of commercial potatoes is achieved through soil cultivation and fertilizer application, in compliance with the best standards, terms and methods of application, with the use of the most suitable types and forms of fertilizers. [2]

The interest of scientists and agricultural specialists to the problem concerning the methods of fertilizer application for potatoes is easy to explain: changing the supply conditions can affect the growth of plants, increase cultivation conditions and increase productivity.

The concept of methods of fertilizer application includes not only the individual application techniques and their incorporation into the soil, but also activities contributing to the ability and efficiency of plants to use the soil nutrients. For example, spatial distribution of fertilizer in the soil relative to the plant. Some studies show that fertilizers used in

a superficial layer with low precipitation during the growing season followed by plant feeding has little effect on potato yield. The main factor in the yield of potatoes is fertilizing before plantings the seeds and soil fertilizing during the planting as well at an optimum distance from the seeds and then at the right distance from growing inside the soil the plant root system.

Biological feature of potatoes is a weak root system, which is distributed in the soil not far from a parent tuber. The root system of a well formed plants is mainly located at the depth of 30...40 cm. That is why while fertilizing we should remember that the optimal placement of fertilizer is the soil with maximum content at the depth of 25...30 cm (Fig.1).

This way of using mineral fertilizers will allow to obtain maximum efficiency and increase yields under conditions favorable for the plants. [3]

As you know potatoes require throughout their growth for the formation of high-quality tubers doughy soil with a low level of compaction, as well as fine lumpy and well-aerated soil structure. For this reason, the main soil processing before cultivation of potatoes is carried out mainly by sub-surface agricultural machines, because moldboard plowing helps the formation of large lumps of soil, which have bad affects on the yield and quality of final product.

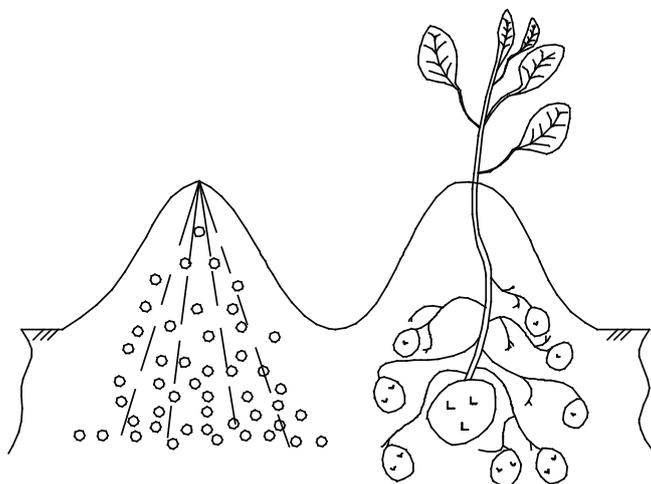


Fig. 1. Optimal placement of soil fertilizers during potato cultivation in arid regions

The favourable structure for the development of plants is created by ridge cultivation technology, that causes its wide-spread. [1]

Such methods of solid fertilizing as surface (broadcast); local (soil) and combined are widely used in agriculture now.

The technology of the broadcast method of solid fertilizing consists of two separate technological operations — spreading of fertilizer on the surface of the field and their application into the soil.

This method is inefficient because of the uneven distribution of fertilizers. The disadvantage of this method is the patchy distribution of fertilizers in the topsoil, besides interacting for a long time with a significant amount of soil, they go into the form which is not easy to be assimilated by potatoes. The fertilizers placed by cultivators and disc harrows in the upper three-centimeter layer of the soil dry out, so, because of the high migration of nitrogen (one of the main elements of a food) they lose it.

The technology of the subsurface method is based on the use of machines equipped with plowshare groups for fertilizing into the soil with their concentrated placement at the right depth, without spreading over the soil surface.

The subsurface method of fertilizing is characterized by a certain fertilizer placement scheme and is divided into:

- band method with placement of strips in a vertical or horizontal plane;
- seed method (can be seen as a special case of the band one);
- volume method is characterized by mixing with some soil;
- cluster method.

Agricultural machines and devices for subsurface fertilizing have different variety of designs and names. There is a classification on a technological principle.

Machines for making varying dosage ranges of fertilizer are applied depending on the agro-biological characteristics of cultivated plants, namely, their needs for nutrients on appropriate phases of the growing season.

The division of machines according to the method of placement of fertilizers is determined by the characteristics

of the root system of plants and above all by their ability to be placed in certain layers of arable horizon.

Referring to combined operations the machines are divided into:

- arable — fertilizer machine (main processing of the soil is combined with strip application of the main dose of mineral fertilizers on the bottom of the furrow);
- cultivators-fertilizers (the basic dose of fertilizers is introduced under subsurface soil treatment);
- cultivators-fertilizers (preplant tillage is combined with the fertilizing of the main pre-sowing or dose of fertilizer; inter-row cultivation is combined with the mineral fertilizers);
- combined ridging units (deep tillage is combined with the putting of basic or «starter» amount of fertilizers and formation of ridges; putting a primary or sowing doses of organic or mineral fertilizers (and their mixtures) and formation of ridges);
- sowing and planting combination units combine the sowing or planting seeds with putting of basic or «starter» amount of mineral and organic fertilizers.

The technology of a combined method of fertilizer application is performed by several agricultural operations within one single stage of the machine: soil treatment, fertilizing and putting them into the treated soil layer. Analysis of the application of the combined method of fertilizing shows such result as increased productivity, reduction of energy intensity of technological processes and increased efficiency of fertilizer using and technology.

The technology of the combined fertilizing method in areas with soil-protective system of agriculture (the Volga region) is the most effective. Today, there are many technical means being able to cultivate the soil, form the ridges, put and distribute the mineral fertilizers at the same time. Both standard and experimental aggregates have their constructive and technological advantages and disadvantages. That’s why the further development and improvement of the combined soil-cultivating aggregates are considered to be important. [1]

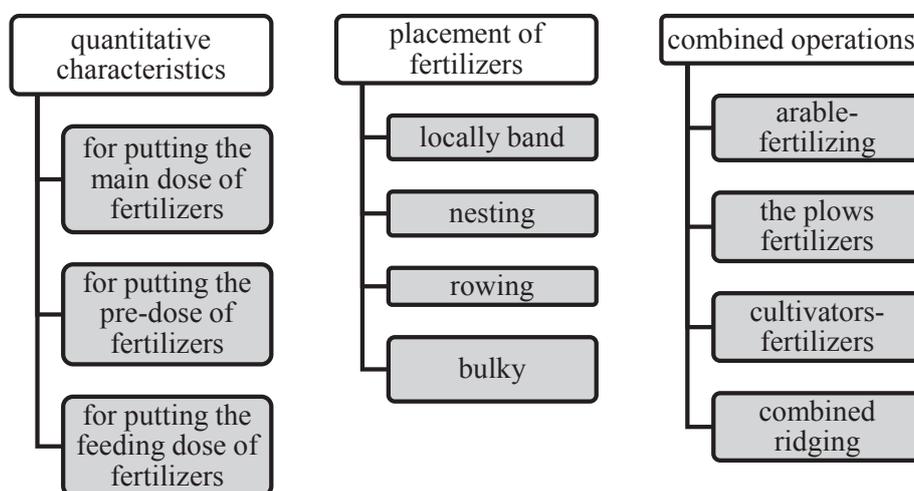


Fig.2. Classification of agricultural machines for soil fertilizing

References:

1. Semenov, D. O. The construction of the soil background for potato cultivation [Text] / D. O. Semenov, G. E. Shardina, A. P. Marchenko, E. S. Nesterov // Scientific review. — 2016. No. 9. — P. 38–39.
2. Semenov, D. O. The use of fertilizers in ridge technology of potato production [Text] / D. O. Semenov, E. S. Nesterov // The innovative directions of development of technologies and technical means of mechanization of agriculture. Materials of international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the State Agrarian University named after Emperor Peter I. — 2015. — P. 280–284.
3. Semenov, D. O. The scheme of the device for preparing the soil for potato cultivation in the Saratov region [Text] / D. O. Semenov, G. E. Shardina, A. P. Marchenko, E. S. Nesterov // Scientific review. — 2016. — No. 11. — P. 133–138.

К анализу применения современных средств автоматике в системах управления станциями прессования

Синюк Кирилл Валентинович, студент
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

В статье проведено исследование станций прессования, используемых на предприятиях перерабатывающей промышленности и предприятиях стройиндустрии, с целью выявления возможности достижения большей производительности за счет применения современных средств автоматике. Исследуемый объект управления представляет собой станцию, которая осуществляет прессование исходного сырья в кипы с предварительной загрузкой материала и его последующей обвязкой. Управление станцией и ходом технологического цикла ранее осуществлялось оператором в ручном режиме с пульта управления. В процессе анализа в технологическом цикле были выявлены простои и задержки работы оборудования, неизбежно влекущие за собой снижение общего КПД станции. Произведён расчёт показателей длительности цикла и прироста к.п.д. По результатам расчёта сделан вывод о целесообразности применения автоматике для станций прессования с точки зрения повышения производительности.

Ключевые слова: прессование, пресс, автоматизация процесса прессования, система управления станцией прессования, прирост к.п. д., повышение производительности

В настоящее время происходит быстрое развитие производства за счёт внедрения и использования, действующих автоматически, машин и аппаратов, в основе действия которых лежит принцип безлюдной технологии. Различные автоматические устройства используются во всех сферах человеческой деятельности. И процесс прессования не является исключением. Одной из главных задач автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) является повышение эффективности производства за счет замены оператора аппаратными средствами и устройствами автоматического управления [1].

Рассматриваемые объекты управления — станции прессования представляют собой разновидность гидравлических прессов, применяемых для прессования изделий, например, гипсокартонных изделий при производстве строительных материалов. Производство пыльное и грязное, а использованы реле в негерметичном исполнении. Поэтому часто приходилось устранять неисправности в системе управления прессом путём очистки контактов реле. [2] Модернизация гидравлического пресса упростит обслуживание системы и повысит экономическую эффективность процесса. [3]

Следует отметить, что исходные данные для последующих расчетов были получены опытным путём с нескольких объектов и усреднены.

Объект управления состоит из подающего конвейера, цилиндра прессования, механизма обвязки, механизма ввода игл, механизма противодействия и гидростанции. Весь технологический цикл можно условно разделить на 3 этапа: загрузку, прессование и обвязку. На первом этапе выполняется заполнение бункера сырьём. Эта стадия занимает, в среднем, порядка 14 секунд ($T_{з.Ручн}$). После загрузки начинается этап прессования. Один цикл прессования можно разбить на 2 составляющих: движение цилиндра вперёд и назад. При производстве одной кипы совершается от 7 до 15 циклов в зависимости от морфологии прессуемого материала. Для простоты расчета возьмём этап равный 10 циклам (N). Движение цилиндра вперёд, при промежуточном цикле, занимает 14.5 секунд ($T_{Вперед} = 14.5с$). Возвращение цилиндра в исходное положение выполняется за 11.5 секунд ($T_{Назад} = 11.5с$). Разница во времени обусловлена тем, что в отличие

от возвратного движения, поступательное осуществляется в двух различных режимах: дифференциальном и недифференциальном. Тогда как при возвратном используется лишь дифференциальный. Для дифференциального режима характерно быстрое движение цилиндра при небольшом давлении. Переход на недифференциальный режим происходит при срабатывании реле давления, реагирующего на возрастающее давление сопротивления прессуемого материала. Недифференциальному режиму свойственны меньшая скорость хода цилиндра, но большее давление. Завершающий цикл несколько отличается от промежуточных, т. к. цилиндр проходит несколько большее расстояние, «додавливая» материал. Движение вперёд $T_{ВпередПосл.}$ совершается за 19 секунд. Затем происходит обвязка кипы и только после этого цилиндр возвращается обратно за 16.5 секунды ($T_{НазадПосл.} = 16.5с$). Последним этапом является обвязка спрессованной кипы. Этот этап включает в себя подвод блока обвязки, ввод игл, обрубку проволоки, обвязку, отвод блока обвязки и отвод игл. Подвод/отвод блока обвязки необходим для приведения механизма в рабочее положение. Продолжительность подвода составляет 2.5 сек. ($T_{Подвод} = 2.5с$). С помощью механизма ввода игл проволока протягивается между кипами и подводится к блоку обвязки и обрубке. Ввод/ вывод игл $T_{вводИгл} / T_{выводИгл}$ длится по 3.7 секунд каждый. Обрубка проволоки ($T_{Обр}$) и её закрутка ($T_{Закр}$) длятся 1сек и 4.5сек, соответственно.

При ручном режиме управления каждый механизм запускается вручную с пульта управления и все действия последовательны. Это приводит к значительным временным потерям и, как следствие, низкой производительности всей установки. Примем усредненное значение задержки равным 2 секунды ($T_{Зад.} = 2с$). Рассчитаем время одного полного технологического цикла для ручного режима управления по формуле (1):

$$T_{Тех.ЦиклРучн} = T_{З.Ручн} + T_{Пр.Ручн.} + T_{Обв.Ручн.} \tag{1}$$

Время загрузки бункера сырьём:

$$T_{З.Ручн.} = 14с$$

Время, затрачиваемое на этап прессования (1.1):

$$T_{Пр.Ручн.} = (N-1) \times T_{ЦиклаРучн} + T_{Посл.ЦиклаРучн.} \tag{1.1}$$

$$T_{ЦиклаРучн.} = T_{Вперед} + T_{Назад} + T_{Зад.} \times n \tag{1.1.1}$$

Где n- количество задержек.

Количество задержек n=2, (задержка перед началом движения цилиндра прессования и между ходом вперёд и назад).

$$T_{ЦиклаРучн} = 14.5 + 11.5 + 2 \times 2 = 30с$$

$$T_{Посл.ЦиклаРучн.} = T_{ВпередПосл.} + T_{НазадПосл.} + T_{Зад} \times n \tag{1.1.2}$$

Количество задержек n=3, (задержка перед началом последнего цикла, задержка перед началом обвязки и задержка после окончания обвязки).

$$T_{Посл.ЦиклаРучн.} = 19 + 16.5 + 2 \times 3 = 41.5$$

$$T_{Пр.Ручн} = (10 - 1) \times 30 + 41.5 = 311,5с$$

Длительность этапа обвязки рассчитывается по формуле (1.2):

$$T_{Обв.Ручн.} = 2 \times T_{вводИгл} + 2 \times T_{Подвод} + T_{Обр} + T_{Закр} + T_{Зад} \times n \tag{1.2}$$

Количество задержек n=8 (задержка перед подводом блока закрутки, задержка перед вводом игл, задержки перед и после обрубке, задержка между закруткой проволоки и отводом закруточных крюков в исходное положение, задержка перед началом отвода игл, задержка перед отводом блока закрутки, и задержки перед и после отвода игл).

$$T_{Обв.Ручн.} = 2 \times 3.7 + 2 \times 2.5 + 1 + 4.5 + 2 \times 8 = 24,9с$$

Итак, общее время одного полного технологического цикла для ручного управления будет составлять:

$$T_{Тех.ЦиклРучн} = 14 + 311,5 + 24,9 = 350.4с$$

При автоматизации станции, программируемый логический контроллер (ПЛК) мгновенно получает информацию о положении того или иного механизма. Задержек между стартом той или иной операции можно избежать. К тому же, некоторые операции можно выполнять параллельно, так как они независимы. Это касается операций загрузки материала и прессования, отвода блока обвязки и отвода игл. После установки оптических датчиков уровня, можно осуществлять непрерывную подачу материала в пресс. В ручном режиме это невозможно из-за риска переполнения бункера. Таким образом, $T_{З.авт} = 0с$ и $T_{ОтводБанд.} = 0с$.

Теперь рассчитаем длительность процесса в автоматическом режиме по формуле (2):

$$T_{Тех.ЦиклАвт} = T_{Пр.авт.} + T_{Обв.авт.} \tag{2}$$

Время, затрачиваемое на этап прессования:

$$T_{Пр.авт.} = (N-1) \times T_{Цикла.Авт} + T_{Посл.ЦиклаАвт.} \tag{2.1}$$

$$T_{ЦиклаАвт.} = T_{Вперед} + T_{Назад} + T_{Зад.} \times n \tag{2.1.1}$$

В автоматическом режиме также необходимо задать несколько временных задержек во избежание аварийных ситуаций и поломок вследствие гидравлических ударов в гидростанции. Параметры: n=2; $T_{Зад} = 0.5с$

$$T_{\text{Цикл.Авт.}} = 14.5 + 11.5 + 0.5 \times 2 = 27 \text{ с}$$

$$T_{\text{Посл.Цикл.Авт.}} = T_{\text{ВперёдПосл.}} + T_{\text{НазадПосл.}} + T_{\text{Зад}} \times n \quad (2.1.2)$$

Количество задержек $n=3$. Они также необходимы во избежание гидравлических ударов.

$$T_{\text{Посл.Цикл.Авт.}} = 19 + 16.5 + 0.5 \times 3 = 37 \text{ с}$$

$$T_{\text{Пр.Авт.}} = (10 - 1) \times 27 + 37 = 280 \text{ с}$$

Длительность этапа обвязки рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{Обв.Авт.}} = 2 \times T_{\text{вводИгл}} + T_{\text{Подвод}} + T_{\text{Обр}} + T_{\text{Закр}} + T_{\text{Зад}} \times n \quad (2.2)$$

Количество задержек $n=1$. (задержка перед отводом игл и блока бандажирования)

$$T_{\text{Обв.Авт.}} = 2 \times 3.7 + 2.5 + 1 + 4.5 + 0.5 \times 1 = 15,9 \text{ с}$$

Общее время одного полного технологического цикла для автоматического управления составит:

$$T_{\text{Тех.Цикл.Авт.}} = 280 + 15,9 = 295,9 \text{ с}$$

Таким образом, прирост производительности станции в процентном соотношении составит:

$$\Delta Q_{(\%) } = 100 - \frac{T_{\text{Тех.Цикл.Авт.}} \times 100}{T_{\text{Тех.Цикл.Ручн}}} \quad (3)$$

$$\Delta Q_{(\%) } = 100 - \frac{295,9 \times 100}{350,4} = 15,55\%$$

Проведённые расчёты показали, что внедрение системы управления станцией прессования позволит повысить производительность на 15,5%, сократить время производственного процесса на 14,3%. Таким образом, применение автоматики на станции прессования целесообразно, поскольку позволяет повысить производительность и ощутимо сократить затраты времени на производственный процесс.

Литература:

1. О. М. Соснин «Основы автоматизации технологических процессов и производств: учебное пособие для студентов высших учебных заведений», изд. Академия, изд. 2, 2009 г. — 240с.
2. Щербаков, В. «Система управления прессом, построенная на базе ADAM-5510» / В. Щербаков, А. Барашкин, А. Диулин // Современные технологии автоматизации. — 2007. — № 4. — с. 32–35;
3. Барсуков, М. С., Савчиц А. В. «Автоматизация гидравлического пресса для получения огнеупорного кирпича с целью повышения экономической эффективности процесса» // Молодой учёный. — 2011. — № 5. Т. 1. — с. 33–37.
4. Г. М. Охезина «Организация производственной деятельности. Методические указания» // Нижегородский государственный технический университет. — 2002 — Т 1–2.

Моделирование процесса уплотнения дорожной смеси

Сосов Евгений Геннадьевич, магистрант
Сибирский федеральный университет

Для строительства дорожного основания и дорожной одежды применяются укладчики с уплотняющим агрегатом, который обеспечивает распределение и предварительное уплотнение укладываемой дорожной смеси. Наличие неоднородности грунта ведет к неравномерности уплотнения слоя дорожного полотна, что ведет в процессе эксплуатации дороги к образованию дефектов типа гребенок вдоль дороги. Поэтому требуется совершенствование системы управления укладчика путем разработки стабилизирующего контура угла атаки уплотняющего агрегата.

В уплотнении щебеночно-песчаной смеси основная роль принадлежит вибрации. Изменение динамических сжимающих и сдвигающих усилий и напряжений служит лишь положительным дополнением к нему. В связных грунтах сцепления между мелкими частицами существенно выше и являются преобладающими поэтому главным действующим

фактором служит сила давления или напряжения сжатия и сдвига, а роль вибраций становится второстепенной.

Напряженное состояние щебеночно-песчаной смеси создается в результате деформирования уплотняющими нагрузками. Цикл уплотнения состоит из двух периодов: периода деформирования (нагружения) и снятия на-

грузки. Его продолжительность колеблется в широких пределах от 0,01 с. до нескольких минут. При достижении критического значения деформации происходит резкое уплотнение материала. При увеличении напряжения материал теряет способность деформироваться.

Уплотнение грунта, щебня и асфальтобетона в дорожной отрасли является не только составной частью технологического процесса устройства земляного полотна, основания и покрытия, но и служит фактически главной операцией по обеспечению их прочности, устойчивости и долговечности. Уплотнение методом укатки осуществляется пневматическими катками и как правило, происходит под воздействием двух факторов:

- вибраций (колебаний, сотрясений, шевелений), вызывающих снижение или даже разрушение сил внутреннего трения и небольшого сцепления и зацепления между частицами грунта и создающих благоприятные условия для эффективного смещения и более плотной переупаковки этих частиц под воздействием собственного веса и внешних сил;
- динамических сжимающих и сдвигающих усилий и напряжений, создаваемых в грунте кратковременными, но частоударными нагрузками.

В уплотнении сыпучих несвязных грунтов основная роль принадлежит первому фактору, второй служит лишь положительным дополнением к нему. В связных грунтах, в которых силы внутреннего трения незначительны, а физико-механические, электрохимические и водно-коллоидные сцепления между мелкими частицами существенно выше и являются преобладающими, главным действующим фактором служит сила давления или напряжения сжатия и сдвига, а роль первого фактора становится второстепенной.

Динамическая модель напряженно-деформированного состояния щебеночно-песчаной смеси приведена на (рис. 1).

E_M, η_M — модуль деформации и вязкость смеси (Максвелловская); E_K, η_K — модуль деформации и вязкость смеси (Кельвиновская); $\sigma(\varepsilon)$ — повышение предела текучести смеси; σ_1, σ_2 — напряжения;

Элемент жесткого трения $\sigma(\varepsilon)$ характеризует повышение предела текучести смеси с ростом ее плотности.

Уплотняющее давление σ определяется суммой напряжений в вязких элементах в моделях Фойгта-Кельвина и Максвелла.

Таблица 1

$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$	(2.1)
--------------------------------	-------

Напряженное состояние щебеночно-песчаной смеси создается в результате деформирования уплотняющими

нагрузками. Цикл уплотнения состоит из двух периодов: периода деформирования (нагрузки) и после-

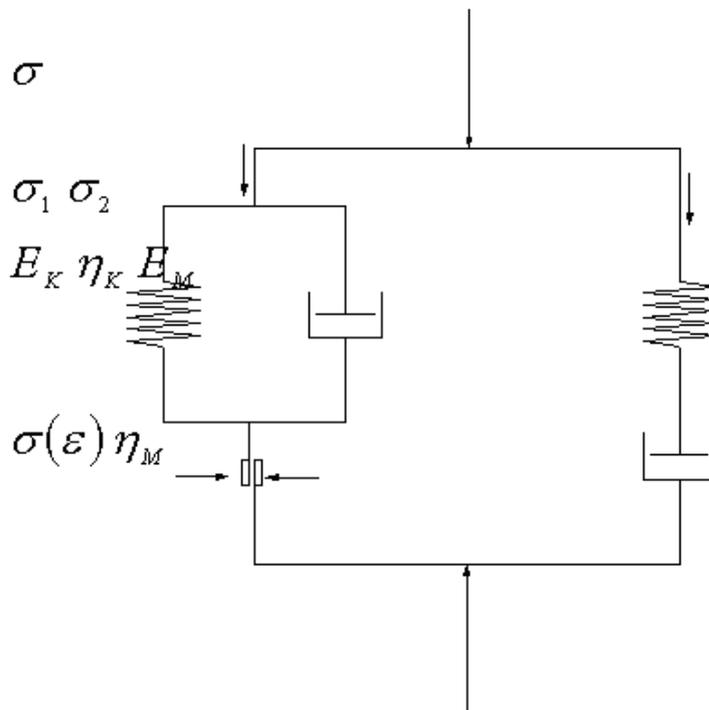


Рис. 1. Реологическая модель процесса уплотнения щебеночно-песчаной смеси

действия. В зависимости от применяемого метода уплотнения его продолжительность колеблется в широких пределах от 0,01 с. до нескольких минут. При достижении критического значения деформации происходит резкое уплотнение материала. Материал теряет способность деформироваться при увеличении напряжения. Таким образом, появляется четвертый элемент, который описывает поведение только уплотняемых материалов.

Поведение реологической модели процесса уплотнения щебеночно-песчаной смеси описывается дифференциальными уравнениями [1]

Непосредственный анализ системы представляет определенную сложность. В связи с этим решение дифференциальных уравнений можно реализовать при известных параметрах $k_M, k_K, E_M, E_K, \varphi, C$ программой MATLAB SIMULINK и построить временные графические зависимости: $b = f_1(t); \sigma_1 = f_2(t)$

$$\begin{cases} \eta_K C \frac{1}{z_1^2 \operatorname{tg} \varphi} \frac{dz_1}{dt} + E_K \frac{z_1 - C}{z_1 \operatorname{tg} \varphi} + z_1 = k_K \frac{db}{dt} + E_K b \\ \frac{k_M}{E_M} \frac{dz_2}{dt} + Z_2 = k_M \frac{db}{dt} \\ Z_1 + Z_2 = Z \end{cases}$$

где E_K, b_K — модуль деформации и вязкость смеси (Кельвиновская); E_M, k_M — модуль деформации и вязкость смеси (Максвелловская); Z_1, Z_2 — напряжения смеси; C — сопротивление сдвигу смеси; φ — угол внутреннего трения материала; b — деформация смеси.

Система MATLAB является эмулятором векторных вычислений, и это отличает ее от других систем, таких, как Maple, MathCAD, Mathematica. Векторная обработка данных обеспечивает высокую скорость вычислений, избавляет пользователя от написания циклов и гарантирует непревзойденную точность. Другое достоинство системы MATLAB — это модульный принцип построения. Современное семейство продуктов MATLAB включает свыше 250 приложений, что существенно расширяет функциональные возможности системы [2].

Моделирование в системе MATLAB реализовано на основе системы моделирования Stateflow и генератора кодов Stateflow Coder с учетом влияния среды окружения. Наличие инструментальных средств генерации кодов для микропроцессоров позволяет формировать коды на языке C, выполнять их аппаратную реализацию на различных типах микропроцессоров. Инструментальные средства MATLAB Link for Code Composer Studio и Embedded Target for Texas Instrument поддерживают разработку кодов для микропроцессоров фирмы Texas Instruments, а комплект Embedded Target for Motorola MPC555 — для микропроцессоров фирмы Motorola.

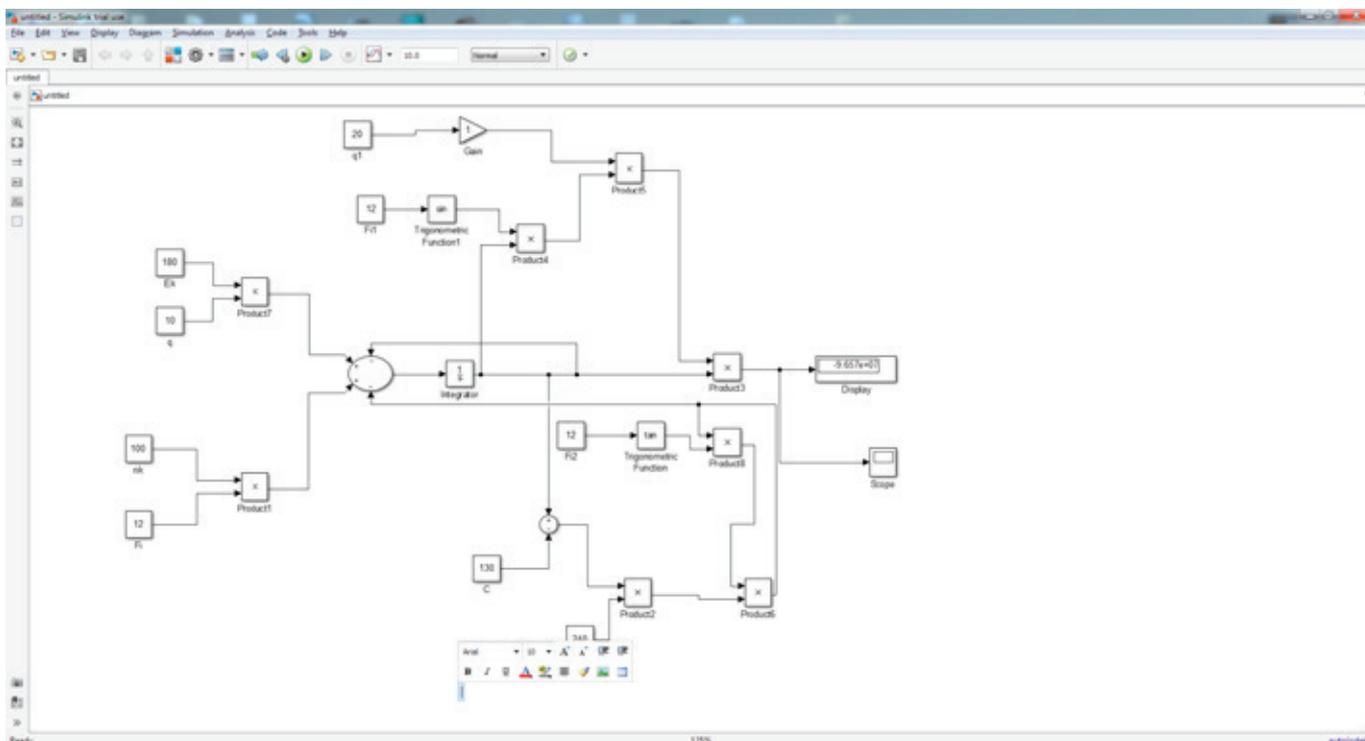


Рис. 2

Литература:

1. Емельянов, Р. Т. Моделирование процесса уплотнения щебеночно-песчаной смеси методом укатки / Р. Т. Емельянов, Е. С. Турышева, С. В. Шилкин, Т. Н. Поляков. КрасГАУ, 2013. с. 206–211.
2. Поляков, Т. Н. Методы уплотнения щебеночных и гравийных покрытий / Т. Н. Поляков. СФУ, Молодежь и наука: сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012.

Молодой ученый

Международный научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 18 (122) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.
Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игиснинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.
Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В.,
Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 10.10.2016. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25