



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

НИРС МСФ -2014

Сборник научных трудов

(по материалам студенческих научно-технических конференций
машиностроительного факультета)

**Минск
БНТУ
2014**

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

НИРС МСФ -2014
Сборник научных трудов
по материалам студенческих научно-технических конференций
машиностроительного факультета

Минск
БНТУ
2014

УДК 082(06)
ББК 72я43
Н68

Редакционная коллегия:
А.М. Авсиевич, А.В. Гулай, С.И. Адаменкова

Представлены материалы докладов студенческих научно-технических конференций. Тематика охватывает широкий круг проблем машиностроения, механики, мехатроники, интеллектуальных систем обработки информации, экономики и организации машиностроительного производства.

ISBN 978–985–550–637–0

© Белорусский национальный,
технический университет, 2014

УДК 621.9.011:517.962.1

КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАТОЧНОГО СТАНКА

студенты гр. 103520 Карabanюк И.А.,

Щербаченя И.Е., Нефедова Т.А.,

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Довнар С.С.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В рамках университетского реновационного проекта исследованию был подвергнут классический инструментальный заточный станок. После ряда лет хорошей работы станок был выведен из эксплуатации для ремонта и переустановки на фундаменте. Непосредственно перед остановкой станок стал проявлять склонность к вибрациям на выбеге шлифовального шпинделя. Вероятно, по мере замедления шлифовальных кругов, станок проходил сверху вниз некоторые резонансные частоты.

Задача настоящей работы – провести виртуальные испытания станка в динамике, попытаться определить причины раскачки и дать необходимые рекомендации по реновации. В САД-пакете была построена 3D-модель станка. Проведен в два этапа динамический анализ методом конечных элементов (МКЭ). Первым этапом был модальный МКЭ-анализ – поиск резонансных мод (частот и собственных форм резонансных колебаний). На втором этапе (гармонический анализ) к станку прилагалась вращающаяся сила от дисбаланса шпинделя и круга. Сила прикладывалась в широком диапазоне частот с постоянным шагом. Так получалась амплитудная частотная характеристика станка (АЧХ). Она позволяет анализировать виброактивность машины.

На рис.1 а, б показан станок и, заодно, формы его модальных колебаний на первом и пятом резонансах. Станок включает в себя станину 1, два шлифовальных круга 2, почти симметричный шпиндель 3. Два шарикоподшипника 4 удерживают шпиндель в корпусах 5. Заточиваемый инструмент опирают на кронштейны 6. В базовом варианте МКЭ-анализа (БазВ) станина жестко зафиксирована в анкерных отверстиях 1 в нижнем опорном фланце. Корпус-

ные детали моделируются как серый чугун. Шпиндель является стальным. Подшипникам приписаны свойства модельного материала так, чтобы их радиальная и осевая жесткости составляли и соответственно.

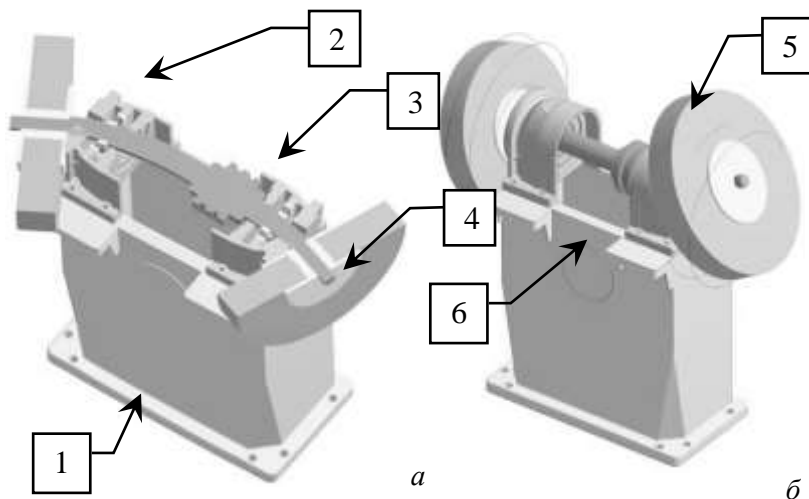


Рис.1. Резонансы заточного станка на частотах $f_1 = 102,9$ Гц (а) и $f_5 = 131,1$ Гц (б)

Рабочие частоты шпинделя станка лежат в диапазоне 27 – 40 Гц. Именно на этих частотах дисбаланс круга создает круговую силу (рис.2, а) пытающуюся возбудить станок. Однако машина была спроектирована правильно – её резонансные частоты лежат более, чем на октаву выше рабочих. Как показал модальный МКЭ-анализ, резонансы начинаются со 102 Гц. Все они связаны с колебаниями кругов и шпинделя в подшипниках. На первом резонансе (рис.1, а) круги движутся навстречу друг другу, а шпиндель изгибается в виде полуволны. На пятом резонансе (рис.1, б) круги колеблются плоскопараллельно друг другу, а шпиндель принимает вид одного периода синусоиды. На более высоких частотах резонансные моды связаны с мультиволновыми изгибами шпинделя. Такие колебания малоопасны – они обычно слабо возбуждаются и хорошо затухают в технологическом оборудовании.

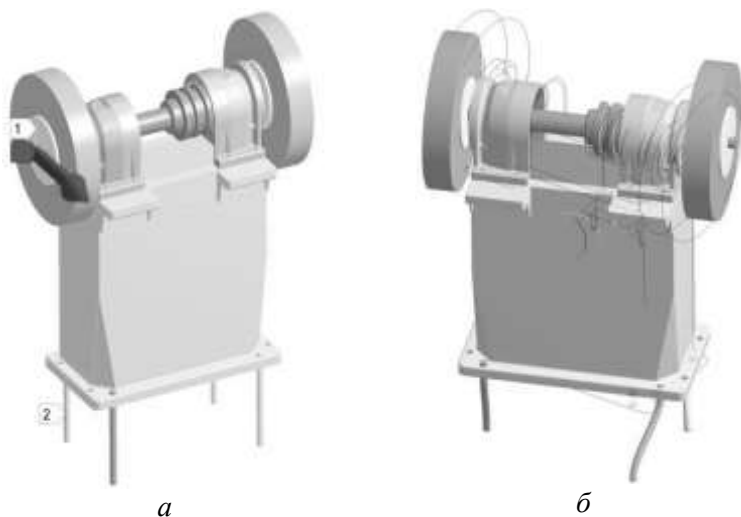


Рис.2. Приложение вращающейся силы (а) на круг (1) и резонансная раскочка под её действием (б) при анкерном базировании (2) станка

Таким образом, рабочие вынужденные колебания станка являются дорезонансными. Это видно на АЧХ (рис.3), где верхняя граница рабочих колебаний (маркер Р) находится слева, в статическом диапазоне (СТ). Намного правее лежат группой резонансные пики. Они образуют, диапазон общестаночных резонансов (ОСР). Это как раз те пять резонансных мод, которые упомянуты выше. Первая мода (рис.1,а) возбуждается сильнее всех. Правее ОСР склонность станка к раскочке опять падает. Там располагается зарезонансный диапазон (ЗР).

Кривая БазВ (пик 1) соответствует базовому варианту условий. Если вдвое понизить жесткость подшипников (до), то (кривая Подш300) главный резонансный пик (2) сместится влево только на несколько герц и станет на 23% выше. Другой смоделированной МКЭ вариацией был виртуальный переход от чугунной станины к алюминиевой (кривая АлюмС, пик 3). Существенных изменений на АЧХ не произошло.

Сильное влияние на резонансную раскачку оказывают жесткость шпинделя. Если понизить её в 1,5 раза (условный переход от стального к чугунному шпинделю – кривая ШпиндЧ), то пик (4) сместится влево со 102 до 92 Гц и вырастет на 75%. Существенно влияет на динамику и второй круг. Если оставить на станке только круг, к которому приложена вращающаяся сила (кривая *1 Круг*), то соответствующий резонансный пик 5 тоже вырастет (на 61%). Интересно, что пик сместится по сравнению с *БазВ* уже вправо, до 108 Гц. В целом диапазон ОСР демонстрирует высокую стабильность. Все склонные к возбуждению резонансы лежат близко друг к другу. Связанный с ОСР подъем АЧХ (ОСР-всплеск) инертен по отношению к весьма сильным вариациям в состоянии станка.

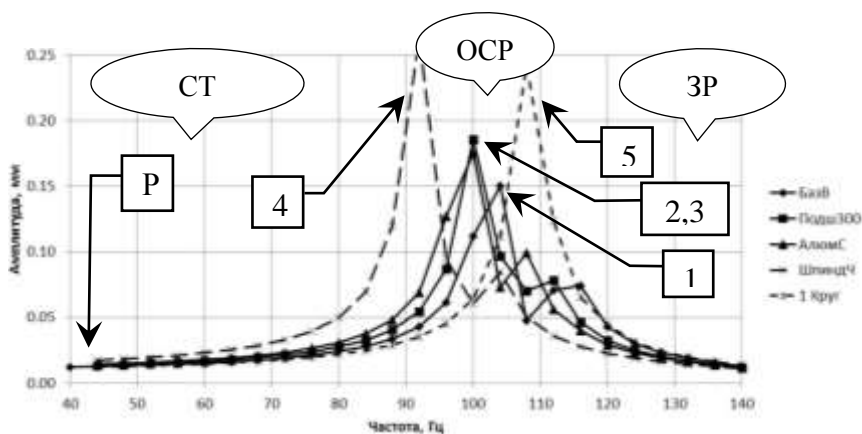


Рис.3. АЧХ станка при жестком закреплении станины и вариации его параметров

Перед выводом станка на ремонт были основания полагать, что жесткость его базирования нарушилась. Станок фиксируют 8 анкерных болтов, уходящих вглубь бетонного фундамента и залитых раствором. Исходно раствором была подлита и станина. Обследование показало, что между станиной и фундаментом из-за вибраций опять возник зазор. Кроме того, расшатались, анкерные болты.

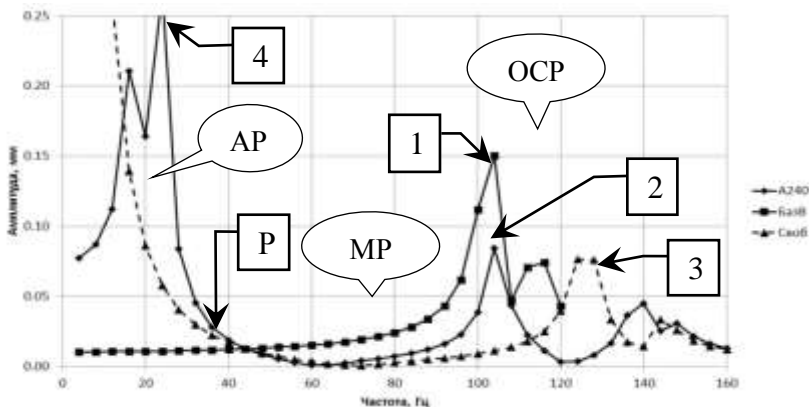


Рис.4. АЧХ станка при разных вариантах его базирования:
A240 – на анкерах длиной 240 мм;
БазВ – базовое жесткое (совпадает с рис.3);
Своб – виртуальное свободное (inertia relief)

Ситуация была воспроизведена путем 3D-моделирования. Перебирались разные возможные варианты сопряжения станка и фундамента. Был найден вариант *A240*, реалистично отражающий поведение станка (рис.2). Здесь станок опирается только на 4 анкера (2). Между каждым анкером и окружающим бетоном на 240 мм вглубь разбит зазор. Иначе, станок базируется на 4-х стержнях, податливых в поперечном направлении. Тогда на АЧХ (рис.4, кривая *A240*) возникает два подъема: вокруг пика 1 (это описанный выше ОСР-диапазон) и вокруг пика 4 на частотах 17 – 22 Гц. Этот низкочастотный эффект назовем АР-всплеском (анкерные резонансы). Здесь возбуждается сразу несколько низкочастотных резонансов. В них станок движется как жесткое тело, а деформируются, в основном, анкера. Один из резонансов иллюстрируется на рис.2, б. Станок совершает крутильные движения вокруг вертикальной оси. Пары анкеров работают подобно параллелограммной подвеске.

После выключения шпиндель замедляется (выбег) с частоты *P* (рис.4) и сразу же проходит справа налево АР-диапазон. Именно здесь наблюдаются сильные колебания станка (АР-всплеск). Получается, что АЧХ станка перед реновацией состоит из пяти участков: статического СТ-диапазона – АР-всплеска – «спокойного» межре-

зонансного диапазона МР – ОСР-всплеска – зарезонансного ЗР-диапазона.

Для кривой **A240** всплеск ОСР оказался ниже (маркер 2), чем аналогичный всплеск для базовой кривой **БазВ** (маркер 1). Следовательно, расшатанные анкера несколько смягчают главные, высокочастотные резонансы при работе вблизи ОСР. В этой связи был проделан виртуальный эксперимент: станок был полностью лишен опор (кривая **Своб** на рис.4). В МКЭ-анализе это режим называется “inertia relief” и применяется в случаях, когда приложенные гармонические силы балансируются только силами инерции. В реальности ситуация соответствует базированию машины на очень податливых опорах.

Слева на кривой **Своб** присутствуют ожидаемые большие перемещения. Зато общестаночные резонансы оказываются довольно слабыми (маркер 3) и вынесенными на более высокие частоты. Кроме того, во всем «спокойном» диапазоне МР кривая АЧХ в варианте **Своб** идет существенно ниже, чем в вариантах **БазВ** и **A240**. Отсюда вытекают конструктивные предложения по реновации.

1. Перейти к *скоростному шлифованию* и повысить частоту вращения шпинделя. Это может дать высокое качество затачиваемых поверхностей режущих инструментов.
2. Поднять рабочие частоты шпинделя именно в середину межрезонансного диапазона МР (рис.4), где они будут далеки от всех всплесков.
3. Снабдить станок мягкими компактными опорами (в духе линии **Своб**), например, на основе резинометаллических подушек.
4. Для ограничения больших колебаний на самых низких частотах (начало разгона и конец выбега) снабдить станок нелинейными гасителями типа ограничителей.

Выводы. У станка существует диапазон общестаночных резонансов (ОСР). Он лежит между 92 и 108 Гц и весьма стабилен к вариациям параметров станка. При жестком закреплении станка диапазон ОСР находится намного выше рабочих частот (27 – 40 Гц) и не угрожает резонансной раскачкой машины. Виброактивность станка можно понизить до 3-х раз переходом от жесткого закрепления на фундаменте к сверхмягким локальным опорам.

ГЕНЕРАЦИЯ СПИРАЛЬНЫХ И ДЕФЕКТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНО- ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

студент гр. 103711 Григоренко Т.И.

Научный руководитель – к. физ.-мат. наук, доцент Баркалин В.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Углеродные нанотрубки (УНТ) - своеобразные цилиндрические молекулы диаметром от 0,5 нм и длиной до нескольких мкм. Нанотрубки оказались необыкновенно прочными на растяжение и на изгиб: модуль Юнга в пределах 1,28 - 1,8 ТПа, предел прочности 45 ГПа. Под действием больших механических напряжений нанотрубки не рвутся, а просто перестраивают свою структуру.

Существует два основных типа нанотрубок: одностенные нанотрубки (ОНТ), у которых одна оболочка из атомов углерода, и многостенные нанотрубки (МНТ), состоящие из множества сгруппированных углеродных трубок. Структура ОНТ генерируется сворачиванием графена в цилиндр с соединением его сторон без шва.

Взаимная ориентация гексагональной сетки графена и продольной оси нанотрубки определяет важную структурную характеристику – хиральность, которая иллюстрируется на рис. 1, где показана часть графеновой плоскости и приведены возможные направления ее «сворачивания» при образовании ОНТ.

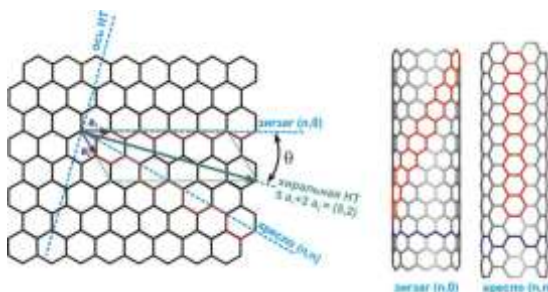


Рис.1 Схема «сворачивания» графитовой плоскости для нанотрубок различных типов

Хиральность трубки обозначается символами (m,n) , указывающими координаты шестиугольника, который в результате «сворачивания» графеновой плоскости должен совпасть с шестиугольником, находящимся в начале координат. Индексы хиральности (m,n) однозначным образом определяют диаметр ОНТ, по экспериментальным данным, варьирующийся от $\sim 0,7$ нм до $\sim 3-4$ нм. Длина однослойной нанотрубки может достигать 4 см.

Спиралеобразно закрученные углеродные нанотрубки (СНТ) (рис.2) являются принципиально новым наноматериалом, обладающим рядом интересных особенностей. Потенциально СНТ могут быть использованы при создании тактильных и магнитных сенсоров нового поколения, а также конструкционного пенопласта, предназначенного для амортизации и диссипации энергии.

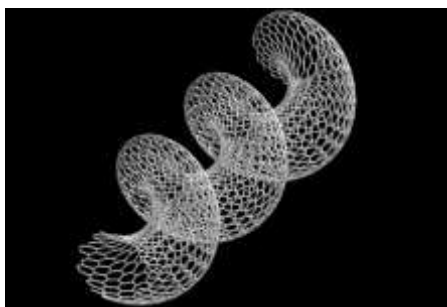


Рис. 2. Генерация СНТ

Для получения СНТ необходимо повернуть ОНТ вокруг оси z по двум направлениям:

$$z = z'$$

$$x = x' + r \cdot \sin\left(\frac{2\pi k(z - z_0)}{h}\right)$$

$$y = y' + r \cdot \cos\left(\frac{2\pi k(z - z_0)}{h}\right)$$

где x', y', z' – координаты атомов ОНТ, r – радиус ОНТ, k – число скручиваний ОНТ, h – длина ОНТ, z_0 – минимальное значение координаты по оси z .

В результате оптимизации методом молекулярной динамики СНТ выпрямляется, поэтому необходимо стабилизировать её структуру путём внедрения локальных дефектов. В качестве дефектов используются дефекты 5-7-7-5, 5-8-5 (рисунок 3, 4). Их можно сформировать в бездефектном графеновом листе путем удаления нескольких атомов слоя и перестройкой межатомных связей. Топологические дефекты графеновых слоев оказывают сильное влияние на электронные, механические и упругие свойства углеродных наноструктур.

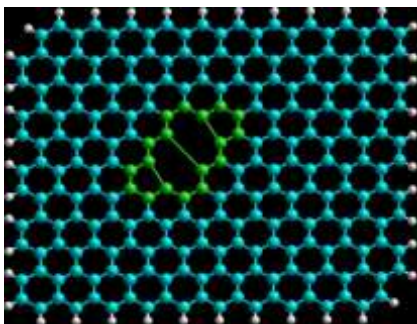


Рис.3. Генерация топологического дефекта 5-7-7-5

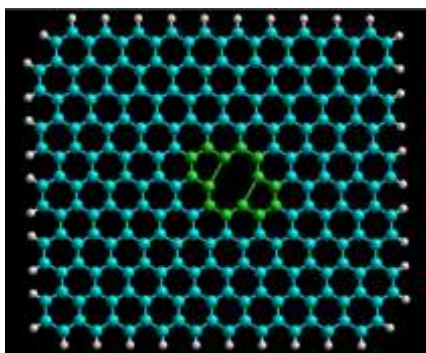


Рис. 4. Генерация топологического дефекта 5-8-5

Второй тип дефектов - линейный - вызывает деформацию графенового слоя вдоль линии. Представителем этого класса дефектов является комбинированный дефект 5-7 (рис. 5). Дефекты линейного типа невозможно вставить в графеновый слой при помощи локальной перестройки связей. При наличии в графеновом листе такого дефекта искаженной оказывается структура всего слоя (рис. 6).

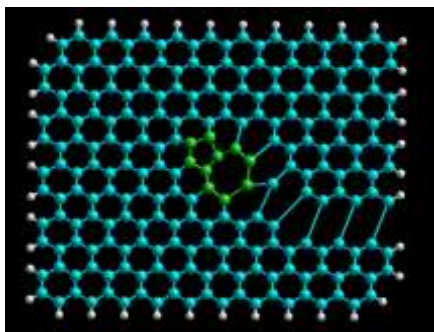


Рис. 5. Генерация топологического дефекта 5-7

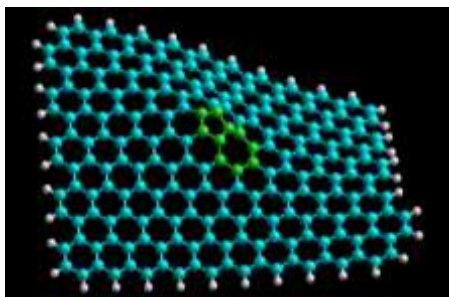


Рис. 6. Дефект 5-7 после оптимизации структуры

Наиболее изученным из комбинированных дефектов является дефект 5-7. При помощи такого дефекта можно осуществлять соединение углеродных нанотрубок различной хиральности и диаметра. Подобные соединения представляют большой интерес в качестве гетеропереходов в наноэлектронике.

Таким образом, в результате моделирования структуры графеновых слоев, содержащих топологические дефекты, установлено, что

топологические дефекты слоя могут быть точечными или линейными. Точечные дефекты деформируют только локальную область слоя и могут быть добавлены в уже сформировавшиеся графеновые слои. Линейные топологические дефекты могут формироваться только в процессе роста слоя.

УДК 53.4

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПИГМЕНТНОЙ СЕТИ КАК ДЕРМАТОСКОПИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ДИАГНОСТИКИ РАКА КОЖИ

студенты гр. 107410 Лозовский В.Э., гр.10371 Малахов Т.И.
Научный руководитель—канд. физ.-мат. наук, доцент Баркалин В.В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

На консенсусной конференции по дерматоскопии в 2001 г. было выделено три основных признака, отличающих меланому от других доброкачественных пигментных образований кожи: 1) асимметрия пигментации и строения; 2) наличие бело-голубых структур; 3) атипичная пигментная сеть. Эти признаки достаточно просто могут быть оценены методами анализа изображений [1].

В предыдущей работе [2] был описан метод автоматического анализа изображения по первым двум признакам.

Первым этапом для выявления наличия пигментной сети является выделение краёв новообразования. Для этого исходное изображение (рис.1, *a*) подвергается фильтрации с использованием лапласиана гауссиана [3], согласно выражению (1). Дальнейший анализ отклика фильтра (рис.1, *б*) производится с целью отделения незамкнутых областей, которыми могут являться шумы либо незамкнутые граничные участки ячеек сети вблизи периферии пигментной сети новообразования.

$$h(n_1, n_2) = \frac{(n_1^2 + n_2^2 - 2\sigma^2) \cdot h_g(n_1, n_2)}{2\pi \cdot \sigma^6 \cdot \Sigma_{n_1} \cdot \Sigma_{n_2} h_g(n_1, n_2)}, \quad (1)$$

где n_1, n_2 – размеры сканирующего окна, σ - стандартное отклонение распределения, h_g вычисляется согласно (2)

$$h_g(n_1, n_2) = e^{-\frac{(n_1^2 + n_2^2)}{2\sigma^2}}. \quad (2)$$

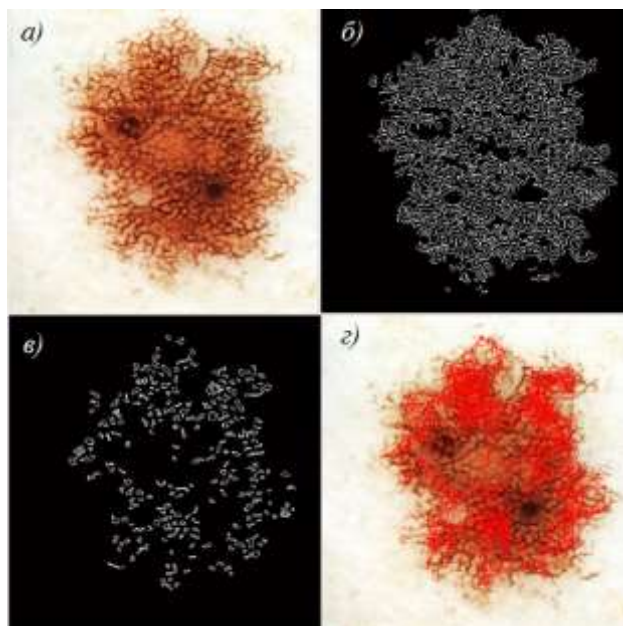


Рис.1. Исходное изображение новообразования (а). Результат фильтрации лапласианом гауссиана (б). Зоны, удовлетворяющие хроматическим особенностям (в). Выделенная пигментная сеть (г).

Анализируя хроматические особенности выделенных замкнутых областей, отсеиваем те ячейки сети, яркости которых не лежат в заданном заранее диапазоне.

Нижняя граница диапазона необходима, чтобы исключить из анализа точки и глобулы, имеющие коричневый, черный, коричневый или голубовато-черный цвета. Верхняя – для исключения влияния бликов, образованных при иммерсионном методе дермато-

скопии. Результатом исключения является набор замкнутых областей, соответствующий ячейкам пигментной сети (рис 2, в).

Дальнейшим этапом следует классификации отдельных ячеек от пигментной сети. Для этого определяем плотность расположения ячеек следующим образом: полученные элементы используем как вершины графа и анализируем степень их взаимосвязи по выражению (3).

$$P = \frac{R}{V \cdot \log(S)}, \quad (3)$$

где P – плотность сети, R – количество рёбер в графе, V – количество вершин (количество элементов после фильтрации), S – размер новообразования в пикселях.

Для определения принадлежащих новообразованию пикселей использован метод, описанный в предыдущей работе [2]. Результат работы упомянутого алгоритма продемонстрирован на рис. 2.

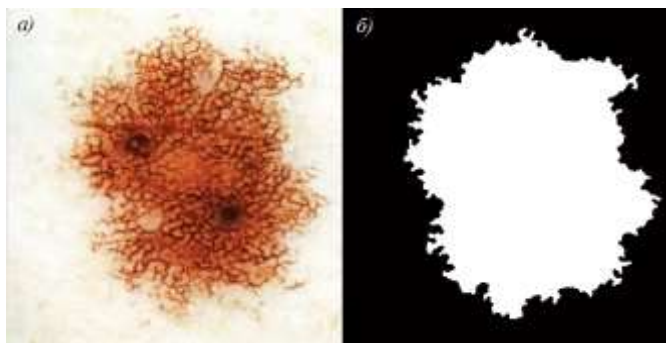


Рис.2. Исходное изображение (а).
Результат выделения области, занимаемой невусом (б).

При этом рёбра считаются связанными, если расстояние между вершинами графа не превышает утроенного среднего диаметра выделенных ячеек. Таким образом, выделенные ячейки, при условии их близкого взаимного расположения и достаточном их количестве

на поверхности новообразования, объединяются в единую сеть (рис.1, з).

После определения наличия пигментной сети на поверхности новообразования заключительным этапом является классификация между атипичной и типичной пигментными сетками.

Работа финансировалась грантом IS-139 по проекту LLB 2-242 “Improvement of the health service by means of IT technology in dermal and lungs cancer diagnostics” программы Трансграничного сотрудничества Латвия-Литва-Беларусь (Европейский инструмент добрососедства и партнерства 2007-2013 гг.).

Литература

1. Argenziano G, Soyer HP, Chimenti S et al. Dermoscopy of pigmented skin lesions: results of a consensus meeting via the internet. *J.Am.Acad Dermatol* 2003;48: 679–93.

2. Баркалин В.В., Лозовский В.Э. Разработка алгоритма анализа дерматологических изображений при диагностике ранней меланомы кожи в пакете Matlab // Материалы 6-ой Международной научно-технической конференции «Приборостроение – 2013», 20-22 ноября 2013 года, Минск, Республика Беларусь, с. 265-267.

3. Дерматоскопия/ Р. Джор, Х.П. Сойер, Дж. Ардженциано и др.; – М.: ООО «Рид Элсивер», 2010.-244 с.

4. M. Sadeghi, M. Razmara, T. Lee, and M. Atkins. A novel method for detection of pigment network in dermoscopic images using graphs. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 35(2):137–143, 2011.

УДК 621.02

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ АНТИФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС

студенты гр. 104311 Куприянова Л.И., Ефимик А.В.

Научный руководитель – ст. преп. Швец И.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Широкое распространение в машиностроении получили червячные передачи, обеспечивающие плавность работы, бесшумность,

большое передаточное отношение в одной паре, будучи более компактными и менее массивными, чем эквивалентные зубчатые, а также возможность получения самоторможения.

Для получения эффективной работы червячной передачи венец колеса должен обладать высокими антифрикционными свойствами. Поэтому венцы червячных колёс, как правило, изготавливают из бронзы и латуни, что сказывается на стоимости из-за дороговизны материала.

Чтобы снизить стоимость червячных передач, можно применять альтернативные материалы, которые дешевле, но не уступают бронзе по антифрикционным свойствам, которые характеризуются значительной износостойкостью, хорошей прирабатываемостью, достаточной механической прочностью и пластичностью, коррозионной стойкостью, отсутствием схватывания.

Один из альтернативных материалов – железографит - пористый металлокерамический антифрикционный материал, состоящий из железа (95-98%) и графита (2-5%); поры железографита заполнены маслом.

Железографит отличается от остальных антифрикционных материалов значительно большей чувствительностью структуры к изменению содержания графита и режимов технологии. Коэффициент трения по стали - 0,07-0,09, когда как у бронзы это значение составляет 0,10-0,15.

Для увеличения антифрикционных свойств железографита используют лазерную цементацию.

Также в качестве материала для венцов червячных колес можно использовать антифрикционные чугуны, имеющие ряд значительных преимуществ: не высокую температуру плавления, что облегчает технологию плавки и делает ее более дешевой; лучшую жидкотекучесть, что позволяет получать тонкостенные отливки; меньшую склонность к образованию горячих трещин, что значительно упрощает технологию производства отливок и сокращает брак литья; меньшую плотность, что позволяет снизить массу примерно на 8—10%; более высокую износостойкость, что увеличивает срок службы деталей; лучшую обрабатываемость резанием, что снижает расход режущего инструмента. Антифрикционные свойства чугунов определяются в значительной степени строением графитовой со-

ставляющей. Чугун с шаровидной формой графита – высокопрочный, с пластинками – серый.

В структуре антифрикционного чугуна желательно иметь минимальное количество свободного феррита (не более 15%) и должен отсутствовать свободный цементит. К таким относится бейнитный высокопрочный чугун с шаровидным графитом.

Бейнитные структуры образуются в результате превращения аустенита при температуре 250-500°C и непрерывного охлаждения аустенизированного легированного чугуна со скоростью выше критической или изотермической выдержки аустенизированного чугуна в интервале температур бейнитного превращения. В табл. 1 приведена структура антифрикционного чугуна.

Для получения наилучших результатов надо учитывать также и структуру матрицы материала. Так ферритная характеризуется высокой пластичностью при умеренной прочности и твёрдости. Пер-

Таблица 1

Структура антифрикционного чугуна

Марка чугуна	Твёрдость, НВ	Микроструктура	
		Графит	Матрица
АСЧ-1	180-241	Пластинчатый	Перлит
АСЧ-2	180-229	Пластинчатый	Перлит
АСЧ-3	160-190	Пластинчатый	Перлитно-ферритная
АСЧ-4	180-290	Пластинчатый	Перлит
АСЧ-5	180-290	Пластинчатый	Аустенит
АВЧ-1	200-260	Шаровидный	Перлит
АВЧ-2	167-197	Шаровидный	Перлитно-ферритная

литно-ферритная – более высоким временным сопротивлением при растяжении, пределом текучести и твёрдостью, но пластичность их

ниже. Перлитные имеют гораздо более высокие показатели прочности и твёрдости.

Это достигается введением в состав чугунов небольших добавок никеля и меди, а также термической обработкой – нормализацией (для перлитных чугунов) и изотермической закалкой с отпуском (для бейнитных).

Также стоит обратить внимание на высокоалюминиевые цинковые сплавы ЦАМ, содержащие 12-48% Al и обладающие высокими механическими и антифрикционными свойствами. Отличаясь высокими антифрикционными свойствами и достаточной прочностью при комнатной температуре, эти сплавы служат хорошими заменителями бронз при работе в узлах трения, температура которых не превышает 80—100°C. Температура литья цинковых антифрикционных сплавов — 440-470°C. Металл нельзя перегревать выше 480°C, так как при более высокой температуре происходит сильное насыщение расплава газами. При работе цинкового сплава в паре со стальным валом твердость последнего должна быть не ниже HB 300. По возможности в конструкции монометаллических трущихся деталей следует избегать бортов, резких переходов и т. д., так как цинковые сплавы плохо сопротивляются усталостным разрушениям в условиях воздействия больших изгибающих усилий. В табл. 2 и на рис. 1 представлены механические характеристики сплавов с различным содержанием алюминия и график зависимости предела прочности от марки сплава.

Таблица 2

Механические свойства

Сплав	σ_B	$\sigma_{0,2}$	$\delta, \%$	HB
	МПа			
ЦАМ4-1	240	205	0,1	96
ЦАМ10-5	355	330	0,7	100
ЦАМ27-2	365	310	2,4	116
ЦАМ30-5	410	340 360	8,0	125
ЦАМ48-2	395		1,1	126

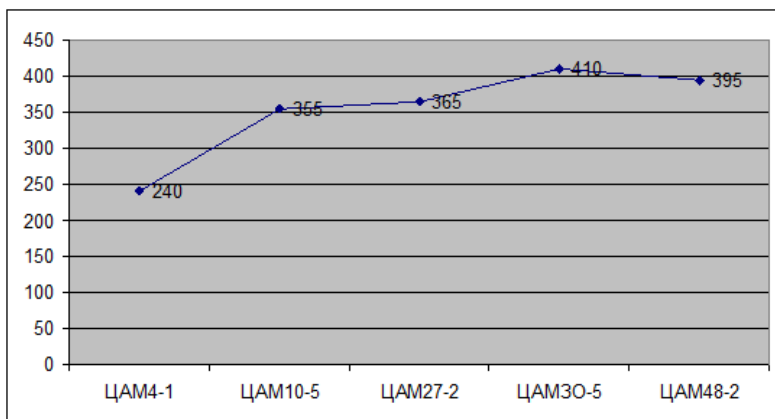


Рис. 1. График зависимости предела прочности σ_b от марки ЦАМ

В табл. 3 описаны свойства образцов из высокоалюминиевых цинковых сплавов.

Таким образом, механические свойства материалов, предложенных в качестве альтернативных, обладают достаточными антифрикционными свойствами для использования при изготовлении червячных колес и обеспечения удовлетворительной работы червячной передачи.

Таблица 3

Свойства образцов

Сплав	λ , мм	E, %	W,	t, сол.	t, лик.	ρ , кг/м ³	Δl , %
				°C			
ЦАМ4-1	497	0,95	17,3	379,5	390	6700	0,02
ЦАМ10-5	497	1,15	24,5	379,5	390	6150	0,17
ЦАМ27-2	381	1,25	18,0	379,5	485	4930	-
ЦАМ30-5	481	1,10	59,0	380,0	500	4840	0,27
ЦАМ48-2	352	1,20	60,0	379,5	550	3940	-

Литература

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.1. – М.: Машиностроение, 1980.

2. Орлов П.И. Основы конструирования. Т.2. – М.: Машиностроение, 1988.

3. Гузенков П.Г. Краткий справочник к расчетам деталей машин. – М.: Высшая школа, 1967.

4. Худокормова Р. Н. Материаловедение. Лабораторный практикум. – М.: Высшая школа, 1988.

УДК 004.3

ЦЕНТР ОБРАБОТКИ И КОММУТАЦИИ ЗАПРОСОВ АБОНЕНТОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СЕТИ МО- БИЛЬНОЙ СВЯЗИ

студентка гр. 103619 Жлобич А. О.,

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Зайцев В. М.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Транкинговая связь предназначена для обеспечения информационного взаимодействия лиц, объединяемых с целью решения узкого круга профессиональных задач. На сегодняшний день транкинговая связь имеет ряд основных преимуществ:

- оперативность передачи информации;
- возможность дистанционного формирования отдельных групп абонентов и организации требуемого взаимодействия между ними (в том числе межведомственного);
- наличие нескольких уровней приоритетов доступа абонентов к свободным каналам;
- практическое исключение ситуации перегрузки каналов трафика;
- более эффективное использование радиочастотного ресурса.

Общая структура цифровой транкинговой системы радиосвязи представлена на рис.1.

Состав аппаратных компонентов транкинговой системы радиосвязи:

- стационарные, возимые и мобильные радиостанции;
- базовая станция РБС, включающая ЦОКЗА;
- устройства сопряжения с телефонной сетью общего пользования;

- устройства заполнения криптографическими ключами;
- автоматизированное рабочее место центра генерации криптографических ключей;
- автоматизированное рабочее место управления блоком хранения главного ключа;
- антенны.

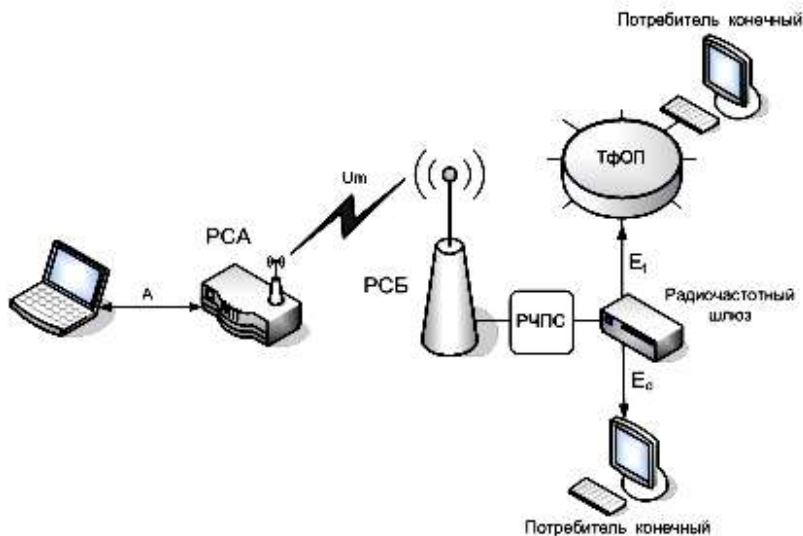


Рис. 1. Общая структура цифровой транкинговой системы радиосвязи

Как наиболее благоприятный стандарт для развёртывания средств цифровой транкинговой связи был выделен набор стандартов APCO 25. Поэтому ЦОКЗА спроектирован на основе общих принципов стандарта APCO 25 и требований, предъявляемых к системе в целом.

К основным функциональным задачам ЦОКЗА относятся следующие:

- системная регистрация абонента;
- системная аутентификация абонента;

- обеспечение голосового вызова некоторым абонентом требуемой группы абонентов;
- обеспечение голосового вызова абонента другим абонентом;
- обеспечение голосового вызова абонентом транкинговой системы абонента телефонной сети общего пользования;
- обеспечение голосового вызова абонентом телефонной сети общего пользования группы абонентов транкинговой системы;
- организация передачи данных от абонента к группе абонентов;
- организация индивидуальной передачи данных от абонента к абоненту.

В информационной технологии АРСО 25 определены восемь открытых интерфейсов связи: общий радиointерфейс (Um), интерфейсы операторских консолей (Ec), интерфейс передачи данных (Ed), интерфейс связи базовых станций (Ef), интерфейс управления сетью (En), интерфейс связи с ТФОП (Et), интерфейс межсистемной связи (G), интерфейсы связи с портом данных (A). Концепция открытых интерфейсов превращает их в «строительные блоки», из которых можно создать многозоновую систему связи, поскольку (и это главное требование стандарта) подсистема радиосвязи любой конфигурации должна обеспечивать связь с любым оборудованием или другой подсистемой независимо от их принадлежности к тому или иному изготовителю. Поддержка требований стандарта АРСО 25 в полном объеме гарантирует эффективную и надежную цифровую передачу голоса и данных как между пользователями одной организации, так и между абонентами различных систем связи.

Для проектируемого аппаратно-программного комплекса наиболее предпочтительной является операционная система реального времени (ОСРВ), которая должна обеспечивать гарантированное время ответа на внешние события. Учитывая, что Linux является ОСРВ, а также является системой с открытыми кодами, представляется возможным применение этой системы для построения программного обеспечения ЦОКЗА. Основные системные механизмы, сформированные применительно к оснащению вычислительного оборудования ЦОКЗА, представлены в таблице 1. Основные технические характеристики транкинговой системы радиосвязи представлены в таблице 2.

Таблица 1

Основные системные механизмы

№	Функция операционной системы
1	Обеспечение обработки аппаратных прерываний процессора по классам аппаратных ошибок, программных ошибок, обращений к исполнительным программным процессам операционной системы, асинхронных запросов таймера и внешних активных устройств ввода информации, завершений операций ввода–вывода данных.
2	Образование, завершение и синхронизация программных процессов по обращениям к операционной системе.
3	Приоритетное планирование, запуск на исполнение и переключение процессов по обращениям к операционной системе или по фактам появления определенных системных событий.
4	Управление предоставлением разделяемых системных ресурсов по обращениям к операционной системе и установка защит.
5	Организация службы времени и запуска требуемых процессов по истечении интервалов времени, установленных в обращениях к операционной системе.
6	Приоритетное управление вводом–выводом информации.

Таблица 2

Основные технические характеристики
транкинговой системы радиосвязи

Технические характеристики	Транкинговая система радиосвязи
Диапазон частот, МГц	380–470
Чувствительность приемника (в аналоговом режиме)	12 дБ – не более 0,35 мкВ
Чувствительность приемника (в цифровом режиме)	Не более 0,4 мкВ
Количество каналов	От 1 до 100
Мощность передатчика, Вт	20 Вт (максимальная)
Шаг сетки частот, кГц	25,0 или 12,5
Скорость передачи информации, бит/сек.	9600
Диапазон рабочих температур, °С	От -25 до 55
Электропитание	Сеть 220 В (50 Гц)

По условиям эксплуатации ЦОКЗА удовлетворяет требованиям ГОСТ 16019–2001 по устойчивости к воздействию механических и климатических факторов для изделий группы В4, первой степени жесткости в диапазоне рабочих температур окружающей среды от минус 25°С до 55°С.

Литература

1. Смит, С. Цифровая обработка информации / Смит С. – М.: Издательский дом «ДодЭка – XXI», 2008.

УДК 004.9

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ТРАНЗАКЦИЙ В МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМАХ

студент гр. 103619 Шевлик В. В.,

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Зайцев В. М.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Создание сложных многоуровневых систем связи и управления предполагает разработку интеллектуальных средств обеспечения информационного взаимодействия объектов. Под объектом понимается функционально самостоятельная составная часть системы, оснащаемая вычислительным оборудованием, средствами сетевого доступа и необходимым программным обеспечением, с помощью которых реализуются процессы переработки определенных данных. Любой вид информационного взаимодействия объектов предполагает наличие операций передачи и приема транзакций между процессами – источниками данных и процессами их содержательной переработки. Взаимодействующие процессы могут протекать не только в различных объектах, но и в одном объекте. Различные объекты могут быть физически удалены друг от друга и допускают произвольное распределение на местности.

При передаче любой информации с помощью электромагнитных сигналов по каналам возникают искажения и, как следствие, информационные ошибки. Причины явления кроются в нарушении

спектральных составляющих сигнала при его прохождении по радиоканалам, по проводным и волоконно-оптическим каналам. Технология нахождения спектра любого исходного сигнала хорошо известна. Амплитудные и фазовые искажения гармоник спектра, вносимые радиоканалом, сопровождаются в конечном итоге искажением формы передаваемого сигнала, особенно когда синусоиды гармоник различных частот спектра искажаются не одинаково. При передаче импульсных сигналов, характерных для компьютерных сетей, искажаются низкочастотные и высокочастотные гармоники, в результате фронты импульсов теряют свою прямоугольную форму. Вследствие этого на приемном участке канала такие сигналы могут слабо распознаваться. Проводные каналы искажают передаваемые сигналы из-за того, что они являются длинными линиями, физические параметры которых отличаются от идеальных. Так, например, медные проводные каналы всегда представляют собой некоторую распределенную по длине комбинацию активного сопротивления, емкостной и индуктивной нагрузки. В результате для синусоид гармоник различных частот спектра сигнала линия будет обладать различным полным сопротивлением, а значит, и передаваться они будут по-разному. Волоконно-оптический кабель также имеет отклонения, мешающие идеальному распространению света. Если линия связи включает промежуточную аппаратуру, она может вносить дополнительные искажения, так как невозможно создать устройства, которые бы одинаково хорошо передавали весь спектр синусоид, от нуля до бесконечности. Технические решения, принимаемые при проектировании системы, существенно зависят от используемых каналов передачи транзакций. Качество каналов принято оценивать с помощью такого показателя, как скорость ошибок $P_{\text{ош}}$. Это вероятность искажения одного бита информации при передаче по каналу. Чаще всего применяется симметричная модель канала, когда ошибки $1 \rightarrow 0$ и $0 \rightarrow 1$ принимают одно и то же значение $P_{\text{ош}}$. Радиоканалы имеют достаточно высокие скорости ошибок со значениями вероятностей ошибок $P_{\text{ош}} = 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-4}$ в расчете на один передаваемый бит, в то время как проводные каналы имеют скорости ошибок $P_{\text{ош}} = 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-5}$, волоконно-оптические – $P_{\text{ош}} = 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-6}$ и даже более низкие значения.

Чтобы обнаруживать и исправлять ошибки применяют технологию помехоустойчивого кодирования: в транзакцию или в каждую ее часть, которую обычно называют блоком, вводят избыточные биты таким образом, чтобы принимающая сторона знала, произошла ошибка или нет, а также могла выявить и исправить ошибки в случае их возникновения.

Обширную группу помехоустойчивых кодов, которая позволяет заранее выбрать и реализовать процессы с выявлением и исправлением ошибок высокой кратности, образуют циклические коды. Частными случаями этих кодов являются коды Хэмминга, коды Боуза – Чоудхури – Хоквингема (БЧХ), коды Голея и другие. Указанные системы помехоустойчивого кодирования сложны в реализации, но крайне эффективны. С появлением мощной микропроцессорной техники именно эти коды целесообразно рассматривать как основу разработки интеллектуальных аппаратно-программных средств обеспечения требуемой достоверности передачи информации в системах управления и связи.

Целью доклада является изложение основных результатов разработки интеллектуального аппаратно-программного модуля обеспечения требуемой достоверности передачи цифровых пакетов в специализированных сетях мобильной связи, в том числе:

- исследования и инженерного анализа возможных подходов к построению аппаратно-программных средств обеспечения требуемой достоверности передачи цифровых пакетов в специализированных сетях мобильной связи;
- выбора рациональной функциональной схемы аппаратно-программного модуля, а также алгоритмических и программных средств обеспечения требуемой достоверности передачи цифровых пакетов в специализированных сетях мобильной связи;
- построения математической модели для определения рациональных параметров помехоустойчивого кодирования информации с помощью кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема;
- выбора аппаратно-программной платформы для создания модуля – цифрового сигнального процессора и операционной системы.

**СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ
ВСТРАИВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ
В КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ**

Студентка Селюжицкая Ю. Н.,

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Садов В. С.

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Введение. Спутники используются в течение последних нескольких десятилетий, для получения широкого спектра информации о поверхности Земли.

Исследование спутниковых изображений актуально не только потому, что за последние годы интерес к ним возрос в несколько раз, но и при этом, тенденция роста сохраняется. На картах существует много различной служебной информации, которая нужна только определенным специалистам, и для того, чтобы эти данные не мешали обычным пользователям, их целесообразно скрыть.

Целью моей работы является разработка стеганографического алгоритма для встраивания различной информации в картографические изображения.

Объект исследования — спутниковые картографические изображения.

Предмет исследования — стеганографические алгоритмы встраивания информации в спутниковые картографические изображения.

Стеганографический алгоритм встраивания информации в картографические изображения.

Данный алгоритм для стегосистем разрабатывался с целью хранения информации, поэтому пользователь, будет приходить в специально защищенное место, где ему будет разрешен доступ к пользованию программой.

Для того чтобы пользователь мог работать с разработанной программой, он сначала должен пройти форму авторизации. Пользователю выдается пароль и логин для авторизации в программе. Для работы с ней пользователю должен выдаваться USB-флеш-накопитель, на котором, в зашифрованном виде храниться пароль. После ввода пользователем логина, пароля происходит проверка их

подлинности. Если данные верны, пользователь попадает в программу, если же нет, ему предлагается ввести еще раз данные.

Затем пользователь должен выбрать сферу деятельности. База данных, хранящаяся в файле CSV, записывается в архив. Только после всех этих действий пользователь может встраивать информацию в карту.

Расстановка отметок на карте основана на обработке событий мыши. В то место, где необходимо расположить условные обозначения, пользователь должен подвести курсор и нажать правую клавишу мыши. После этого в массив записываются координаты этой позиции. По нажатию мыши выпадает контекстное меню с условными обозначениями для выбранной сферы деятельности. После выбора пункта в меню, в файл CSV записывается информация в виде: номера условного обозначения по файлу, координата X , координата Y . После записи в файл этих данных на карте в этом месте появиться номер условного обозначения.

Для встраивания данных в картографическое изображение, сначала надо определить, к кому классу оно относится. Изображение может быть однородным и неоднородным. Для определения класса надо разбить изображение на блоки 4 на 4. После этого вычисляется максимальный разброс значений яркости d . И, исходя из величины этого значения, определяется класс области изображения. Если разброс значений яркости $d \leq 15$, то — область однородная, если же нет, то область - неоднородная. Яркость изображения изменяется в пределах от 0 до 255. Разобьём эти пределы на группы:

1. Низкое значение яркости 0–50.
2. Ниже среднего значение 50–100.
3. Среднее значение яркости 100–150.
4. Выше среднего значение 150–200.
5. Высокое значение яркости 200–255.

Исходя из экспериментальных данных по изменению изображений, была построена таблица 1 соотношений диапазона яркости и изменения количества бит в различных матрицах.

Если у нас изображение однородное, то изменение бит производим по таблице 1, если же неоднородное, то, исходя из физиологических особенностей глаза, изменяем 2 бита в матрице R , 1 бит в матрице G и 3 бита в B .

Таблица 1

Экспериментальные данные соотношения
диапазона яркости и изменения количества бит

Диапазон	R, бит	G, бит	B, бит
Низкое значение яркости	2	1	3
Ниже среднего значение	2	0	2
Среднее значение яркости	1	0	3
Выше среднего значение	1	0	3
Высокое значение яркости	1	1	3

На рисунке 1 выделены участки с определенным диапазоном яркости.



Рис. 1. Участки с определенным диапазоном яркости: 1 – диапазон 0 – 50;
2 – диапазон 50 – 100; 3 – диапазон 100 – 150; 4 – диапазон 150 – 200;
5 – диапазон 200 – 250

Обобщенная блок схема алгоритма для встраивания информации представлена на рисунке 2.

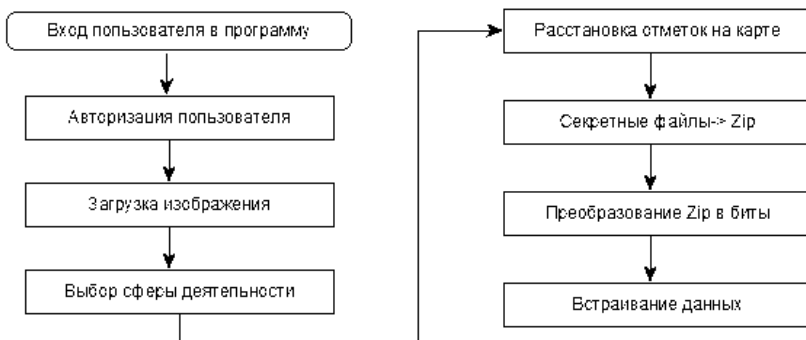


Рис. 2. Обобщенная блок-схема алгоритма

Заключение. Был разработан пошаговый алгоритм для встраивания информации в картографические изображения, который включает в себя авторизацию, загрузку изображения, расстановку отметок на карте, встраивание и извлечение данных. На основании разработанного алгоритма был сделан выбор среды разработки. Разработка данного алгоритма будет осуществляться на языке программирования C#.

Литература

1. Data hiding technique based on dynamic lsb / Naziha M. AL-Aidroos, Marghny H. Mohamed, Mohamed A. Bamatraf – 2011. – Access mode: http://www.nauss.edu.sa/En/DigitalLibrary/Researches/ Documents/2011/articles_2011_3204.pdf. – Access Date: 25.04.2014.
2. The Process of Encoding and Decoding of Image Steganography using LSB Algorithm/ Ravinder Reddy, Roja Ramani – 2012. – Access mode: <http://www.ijcset.net/docs/Volumes/volume2issue11/ijcset2012021105.pdf>. – Access Date: 05.04.2014.
3. Steganography Algorithm to Hide Secret Message inside an Image/ Rosziati Ibrahim and Teoh Suk Kuan – 2010. – Access mode: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1112/1112.2809.pdf>. – Access Date: 15.03.2014.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ РАЗНОВРЕМЕННЫХ АВИАЦИОННЫХ СНИМКОВ

студентка гр. 103619 Романович К. А.,

Научный руководитель – канд. техн. наук Мурашко Н. И.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Задача геометрической коррекции разновременных авиационных снимков возникает при автоматическом поиске изменений на них. Изменения на снимках связаны с возникновением чрезвычайных ситуациях в различных отраслях, будь то нефтяная и газовая промышленность, лесное или сельское хозяйство.

В ряде случаев снимки получаются снятые с летательного аппарата не в надира, то есть камера в момент съемки относительно снимаемой плоскости была расположена под углом не равном нулю. Такие снимки непригодны для автоматической обработки пакета изображений. В этом случае необходимо прибегнуть к геометрической коррекции полученного снимка. Одним из методов является передискретизация изображения.

Самыми распространенными методами передискретизации являются: ближайшего соседа, билинейной интерполяции, бикубической интерполяции [1].

Метод ближайшего соседа состоит в том, чтобы заполнять недостающие пиксели такими же соседними пикселями, то есть присваивается значение яркости соседнего пикселя интерполируемому пикселю, увеличивая тем самым область с такой же яркостью. Этот метод очень прост в реализации. Но при этом качество изображения ухудшается, появляются нежелательные артефакты, линии приобретают ступенчатые контуры на изображениях с высоки разрешением.

Другой метод, билинейная интерполяция, в нем используются значения яркости четырех ближайших соседних пикселей. Этот метод требует больших вычислительных мощностей, но контуры на изображении после обработки получается менее ступенчатыми, а это означает, что изображение приближено к реальным данным.

Алгоритм бикубической интерполяции вычисления яркости пикселей подобен методу билинейной интерполяции, единственным отличием является использование в вычислении не 4 соседних пикселей, а уже 16 пикселей. При этом результат обработки изображения получается более качественным в сравнении с билинейной интерполяцией, но сложность вычисления возрастает в несколько раз.

Таким образом, для геометрической коррекции разновременных авиационных снимков целесообразно использовать билинейную или бикубическую интерполяции.

Литература

1. Кравцов, С. Л. Обработка изображений дистанционного зондирования Земли (анализ методов) / С. Л. Кравцов — Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008. — 256 с.

УДК 004.4

ПОИСК ОБЪЕКТОВ НА РАЗНОВРЕМЕННЫХ АВИАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

студентка гр. 103619 Романович К. А.,

Научный руководитель - магистр техн. наук Снигирев С. А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Одной из основных задач обработки авиационных изображений является поиск объектов на текущем изображении. Для того чтобы обнаружить здание, дорогу или сельскохозяйственные земли, необходимо совместить базовый снимок с текущим снимком предварительно проведя ряд операций таких как: геометрическая коррекция, масштабирование и т. п. После базовый снимок и текущий обработанный снимок необходимо совместить и найти заданный объект, если таковой имеется. Поиск объекта возможно реализовать при помощи коэффициент корреляции пикселей между базовым и обработанным текущим изображениями.

Коэффициент корреляции — это показатель отражающий взаимосвязь между двумя наборами данных. Коэффициент корреляции может быть как положительный, так и отрицательный. Отрицатель-

ный коэффициент показывает, что данные взаимосвязано расходятся, при возрастании значений одних из них значения другой убывают, положительный — что данные взаимосвязано растут, 0 и близкие значения говорят о том, что данные не связаны друг с другом.[1]

Для обработки изображений чаще всего используют коэффициент корреляции Пирсона, который вычисляется следующим образом

$$K = \frac{\sum(X_i - X_{mean}) \cdot (Y_i - Y_{mean})}{\sum(X_i - X_{mean})^2 \cdot (Y_i - Y_{mean})^2}$$

где X_i – значение яркости пикселя первого изображения;

Y_i – значение яркости пикселя второго изображения;

X_{mean} – среднее значения яркости пикселей первого изображения;

Y_{mean} – среднее значения яркости пикселей второго изображения.

Такой метод совмещения является наиболее точным и простым в вычислительных операциях, что тем самым снижает затраты на обработку изображений.

Результаты поиска объекта «дом» показаны на рис. 1.



Рис 1. Отображение исходного изображения (а) и текущего (б), в – результат совмещения изображений.

Литература

1. GISLAB, географические информационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс] / Расчеты коэффициента линейной корреляции. Дубин М., 2003–2013. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/correlation.html#sel=>, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

УДК 004.9

AB-INITIO МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ ФТОРИДОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

студентки гр. 103719 Романова А. Р., Мацук Н. А.,
магистрант Бобачёнок И. А.,

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент, Гулай А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В последние годы значительно возрос интерес к исследованиям фтористых соединений редкоземельных элементов (РЗЭ). Это объясняется появлением новых областей применения трифторидов РЗЭ и их соединении с фторидами других элементов, например таких, как лазерная техника и микроэлектроника.

Задачей исследования является проектирование и моделирование атомно-структурных и электронных свойств сенсорных материалов на основе фторидов редкоземельных элементов. В качестве среды моделирования используется программный пакет VASP (Vienna Ab-Initio Simulation Package), позволяющий выполнять расчеты из первых принципов методами квантовой механики и молекулярной динамики. Для определения поведения твердых, аморфных и жидких тел VASP использует различные алгоритмы расчета основного электронного состояния.

Для моделирования выбраны фториды редкоземельных элементов, а именно: NdF_3 , LaF_3 , YF_3 . Эти материалы представляют большой интерес для применения в сенсорной технике. Фторид неодима NdF_3 входит в цериевую подгруппу, элементы которой называются

лёгкими, а фториды иттрия и лантана входят в иттриевую подгруппу, элементы которой – тяжелые.

Фториды редкоземельных элементов при комнатной температуре могут образовывать кристаллические решетки двух типов — гексагональную (элементарная ячейка строится на трёх базовых векторах, два из которых равны и образуют угол 120° , а третий им перпендикулярен, три элементарных ячейки образуют правильную призму на шестигранном основании) и орторомбическую (определяется тремя базовыми векторами, все три вектора перпендикулярны друг к другу, но не равны между собой).

Выполнялись следующие процедуры моделирования оксидов ванадия: формирование входных файлов с заданием на моделирование; релаксация кристаллографической структуры; проведение анализа кристаллографической ячейки; определение электронной структуры фторидов редкоземельных элементов. Кристаллографические структуры показаны на рис. 1.

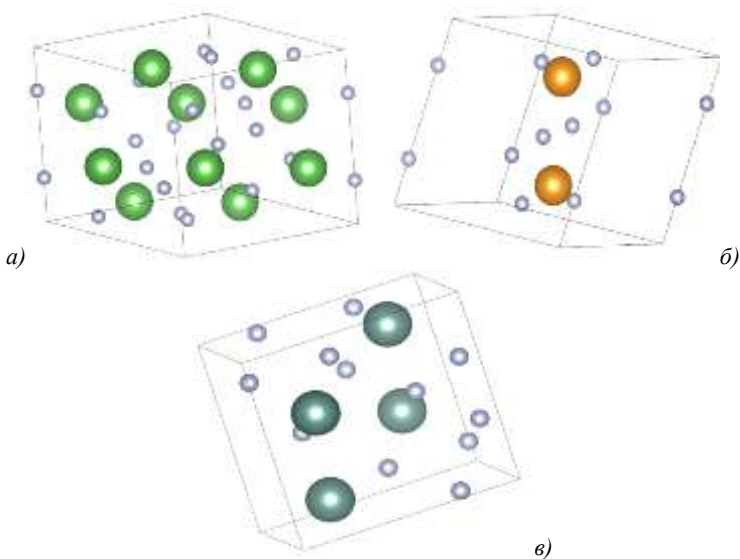
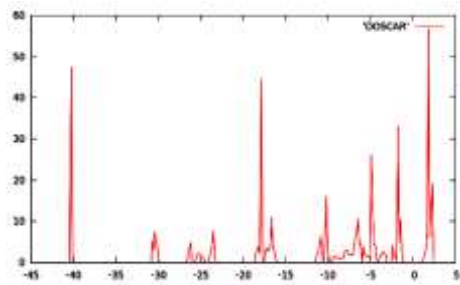
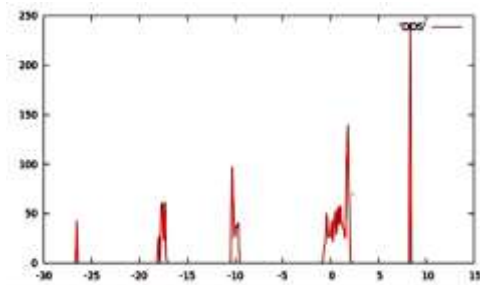


Рис. 1. Кристаллическая решетка: *a* – NdF_3 , *б* – LaF_3 , *в* – YF_3

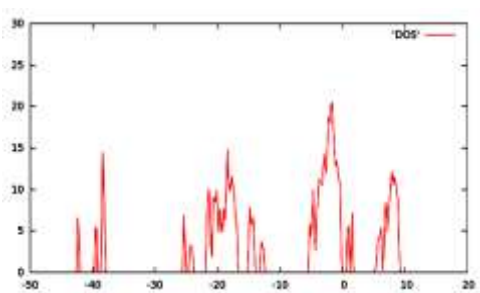
По результатам моделирования рассчитана и построена электронная плотность соединений. Установлено, что уровень Ферми имеет значения: $E_F(\text{NdF}_3) = 1,8260$ эВ, $E_F(\text{LaF}_3) = 2,1413$ эВ, $E_F(\text{YF}_3) = 5,9112$ эВ. Полученные электронные плотности представлены на рисунке 2.



а)



б)



в)

Рис. 2. Электронная плотность: а – NdF_3 , б – LaF_3 , в – YF_3 .

УДК 621.7, 004.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРРОМАГНЕТИЗМА
НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ОКСИДА ЦИНКА.
AB-INITIO МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Студентки Зеленина М.С., Козлова О.А.,

Научн. руководитель - канд. техн. наук, доцент, Стемпицкий В.Р.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники
Минск, Беларусь

Помимо интересных электрофизических и оптических свойств, оксид цинка является материалом, проявляющим высокотемпературный ферромагнетизм. Ранее удавалось получать соединения на основе оксида цинка с температурой Кюри выше комнатной. Однако, результаты, полученные исследователями, не сводятся к единому выводу, а именно, если одна группа коллективов экспериментаторов получила проявление ферромагнетизма, то другая группа не смогла выявить его.

Высокотемпературный ферромагнетизм наблюдается у оксида цинка легированного переходными 3d элементами. Магнитные ионы примеси в узлах металлической подрешетки кристалла, вызывают проявление магнитных свойств. Следует заметить, что зависимость намагниченности насыщения легированных пленок оксида цинка от концентрации примеси магнитных ионов немонотонна: чем больше возможных степеней окисления у легирующих ионов, тем сложнее поведение концентрационной зависимости [1].

Исследования серии пленок ZnO:Co и ZnO, осажденных на подложках различных типов с помощью процесса MOCVD с использованием в качестве активного газа кислорода или водяного пара, показали, что решающее влияние на возникновение магнетизма в пленках ZnO:Co оказывает структура поверхности пленки, а не допирующая примесь [2]. Предполагается, что причиной ферромагнетизма низкоразмерных форм ZnO является нестехиометрия по кислороду.

Для анализа магнитного состояния наноструктуры используют современные методы зонных расчетов, основанных на теории функционала электронной плотности. Наиболее популярными сре-

ди них является первопринципный (*ab initio*) метод псевдопотенциалов, реализованный в программном пакете VASP.

Используя первопринципные методы, было подтверждено наличие ферромагнитных свойств у оксида цинка легированного переходными 3d элементами [3–5]. Однако особый интерес представляют случаи обнаружения подобных свойств у чистого ZnO.

Посредством программного комплекса VASP проведены расчеты магнитных свойств в чистом оксиде цинка с наличием точечных дефектов [6]. Построены суперячейки размером $2 \times 2 \times 2$ ($\text{Zn}_{16}\text{O}_{16}$) с внедрениями (вакансиями) атомов цинка и кислорода. Расчет производился в два этапа: структурная релаксация и расчет электронных и магнитных свойств материала. Обнаружено, что полный магнитный момент, приходящийся на суперячейку, отличен от нуля в случаях вакансии цинка либо при наличии внедренного атома кислорода. Основным магнитным состоянием системы при наличии таких точечных дефектов является ферромагнитное состояние.

Объектом изучения настоящей работы является оксид цинка. Как известно, пленки оксида цинка имеют зернистую структуру. В целях получения достоверных результатов теоретических расчетов, была воспроизведена модель границы зерна и проведено моделирование полученной структуры в программном комплексе VASP.

Межзеренную границу можно рассматривать как область, в которой осуществляется контакт двух кристаллов, различающихся только ориентацией. Граница зерен – атомный слой толщиной 1-2 атомных диаметра, по обе стороны от которого кристаллические решетки различаются только пространственной разориентацией.

Применяя подход, изложенный выше, была построена модель межзеренной границы, у которой угол разориентации между кристаллитами составляет десять градусов. На рис. 1 изображена структура после процесса релаксации.

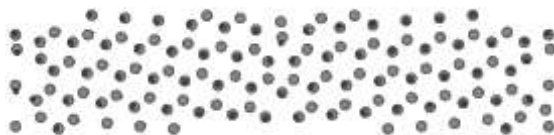


Рис. 1. Малоугловая модель границы зерна оксида цинка

Было получено подтверждение того, что межзеренная граница имеет свойства ферромагнетика. Магнитный момент равен $2 \mu_B$. Таким образом, в структуре существует система неспаренных электронов. На рисунке 2 представлено распределение намагниченности насыщения. Как видно, все неспаренные электроны локализованы на межзеренной границе.

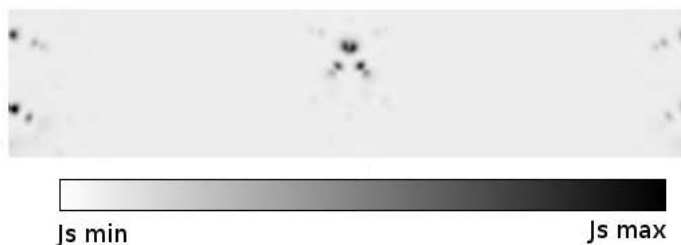


Рис. 2. Распределения намагниченности насыщения, в структуре моделирующей границу зерна оксида цинка

Причины их возникновения можно связать с нарушениями трансляционной симметрии системы, которые инициируют значительные зарядовые и спиновые перераспределения, а также обусловленные этим эффекты локализации-делокализации прифермевских электронов с образованием атомных магнитных моментов.

Литература

1. Страумал Б. Б., Протасова С. Г., Мазилкин А. А. и др. // Письма в ЖЭТФ. 2013. Т. 97, с. 415–426
2. Ивановский А. Л. // УФН. 2007. Т. 177, № 10, С. 1083–1104.
3. Byung-Sub Kang, Kwang-Pyo Chae. // J. Mag. 2012. 17 (3). 163–167.
4. Bin Shao, Hong Liu, Jian Wu et al. // J. Appl. Phys. 2012. 111, 07C301-07C301-3.
5. Bin Shao, Min Feng, Hong Liu et al. // J. Appl. Phys. 2013. 114, 17C728-17C725-3.

6. Xu Zuo, Soack-Dae Yoon, Aria Yang et al. // J. Appl. Phys. 2009. 105. 07C508-1-07C508-3.

УДК 004.9

ЦВЕТОВАЯ ПАЛИТРА ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КНИГИ

студент гр. 103610 Ходар М.С.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Романюк Г.Э.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Введение. Ни один человек не станет спорить с тем, что различные цвета окружающие нас, тем или иным способом влияют на человека. И влияние это может оказывать не только психологическое воздействие, но и физиологическое. Ярким примером тому будет служить лимон. Стоит нам только посмотреть на этот яркий, желтый фрукт и у многих из нас появится желание скривить лицо или ощущение кислинки во рту. Ощущения и эмоции, вызываемые каким либо цветом, аналогичны ощущениям, связанным с предметом или явлением, постоянно окрашенным в данный цвет.

Влияние цвета на человека. Со времен развития науки были проведены многочисленные исследования в направлении влияния различных цветов на человека. К примеру, Р. Франсе, М. Сент-Джордж, В. Уолтон и др. [1, 2] в результате многочисленных исследований пришли к выводу, что существует биологическая врожденность предпочтений цветов. Так, дети в возрасте до одного года независимо от расы и места проживания обнаруживают одинаковые предпочтения: красный, оранжевый и желтый они предпочитают зеленому, голубому и фиолетовому. Среди подростков и взрослых цвета по своей популярности распределяются следующим образом: голубой, зеленый, красный, желтый, оранжевый, фиолетовый, белый.

Другие исследования в области маркетинга определяли реакцию потребителей на различные цвета той или иной продукции. Представлена часть результатов, полученных после исследования. [4]

Черный используют компании, которые гордятся классической изысканностью. Черный работает особенно хорошо для дорогих товаров. Код цвета: престиж, ценность, вечность, изысканность.

Белый символизирует непорочность (вспомните белое платье) и чистоту (халат врача). Белый пользуется популярностью у брендов, связанных с детьми и медицинским обслуживанием. Код цвета: невинный, благородный, чистый, мягкий.

Зеленый – синоним спокойствия, свежести и здоровья. Но существуют значительные различия между его оттенками. Насыщенный зеленый ассоциируется с изобилием, а светлый зеленый – с безмятежностью. Код цвета: достаток, здоровье, престиж, спокойствие.

Красный вызывает страстный, интуитивный отклик. Этот цвет учащает ритм сердца, заставляет нас дышать быстрее и активизирует деятельность гипофиза. Код цвета: агрессивный, энергичный, привлекающий внимание, провокационный.

Фиолетовый – изысканный и таинственный цвет, он раскрывает спрятанные в нас благородство и утонченность. Код цвета: королевское достоинство, изысканность, ностальгия, тайна, одухотворенность.

Так были исследованы все основные цвета и оттенки. На основании этих данных теперь работают многие художники и дизайнеры. И в одной из версий применения данной технологии был замечен большой недостаток и увидена огромная перспектива для исправления этого недостатка. Или, к примеру, ожидание сюжета, судя по обложке, не соответствует сюжету в самом тексте.

Покупая книги в книжных магазинах, читатели в первую очередь обращают внимание на обложку книги и только после этого читают название и пролистывают книгу. Но зачастую под очень привлекательной и интересной обложкой находится весьма посредственное содержание. Многие дизайнеры и художники часто рисуют обложки, даже не прочитав книг. Их основная задача не передать дух, настроение и сюжет книги, а увеличить количество продаж, привлечь покупателя. Так на свет родилась идея найти зависимость между смысловым содержанием книги и ее цветовым изображением.

Читая очередную художественную книгу, мы встречаем описание за описанием. И именно эти описания создают у нас в голове определенную картинку, атмосферу, настроение.

В качестве примера можно привести отрывок из книги «Высокий дом» Джеймса Стоддарда [5].

«Он вынул из кармана ключи, и во рту у него неожиданно пересохло. Ключи мерцали в руке, словно светящиеся камешки – разноцветные, всевозможных размеров, с головками разнообразной формы – круглыми, овальными, квадратными, треугольными. У некоторых головки представляли собой крылышки или головки ангелов, а головка одного ключа была в форме желудка с глазками. Каждый ключ, казалось, излучал особое ощущение. От темно-синего с серыми искорками веяло покоем, золотой волновал, будоражил, серебряный обещал невиданные чудеса, красный предупреждал об опасности, ржавый говорил о прахе и тлене. Картер попробовал пересчитать ключи, но всякий раз сбивался со счета. В них была власть, сила – пугающая и волнующая одновременно. Казалось, их изготовили не простые смертные.

Дрожаящими руками Картер отобрал малахитовый ключ и вставил его в серую замочную скважину. Мгновение — и ключ с громким щелчком повернулся. Картер осторожно приоткрыл дверь и заглянул за нее. Не заметив ничего опасного, он шагнул в серый коридор, затянутый легкой дымкой. Пол покрывал пепельно-серый ковер, на тусклых стенах висели серые картины с изображением серых цветов. Коридор уводил вправо и влево. После недолгих раздумий Картер зашагал направо.»

В этом небольшом кусочке текста каждый упомянутый цвет вызывает определенные чувства, ассоциации, эмоции, настроение. В зависимости от характера, предпочтений и прочих психологических факторов один и тот же цвет у разных людей может вызывать разные ассоциации. Поэтому одна и та же книга может оставить разное впечатление.

В данном исследовании была поставлена цель: найти зависимость между текстом книги и ее цветовым изображением.

Цветовой анализ художественной литературы. Было проанализировано 5 книг из области художественной литературы. Для этого была создана программа, обрабатывающая тексты книг. Суть программы состоит в том, что сначала в нее загружается текст выбранной книги. Затем, используя базу данных, содержащую словарь цветов [6], ищутся любые упоминания слов, обозначающих цвет в тексте. Найдя слово, соответствующее цвету, программа делает соответствующую пометку в файл и продолжает искать следующее слово. Когда поиск слов завершен и все цвета записаны в файл в том порядке и количестве, в котором они содержатся в тексте, поль-

зователь визуализирует данный файл. Каждый цвет имеет не только название, но и цифровые координаты на цветовой палитре, которые также содержатся в словаре цветов. Далее приведен отрывок из словаря, где в первом столбце представлен международный вариант названия цвета, далее идет его русское название, затем его визуальное изображение, шестнадцатеричное значение и цветовые координаты в трех различных цветовых схемах (табл. 1).

В данной работе мы использована схему СМУК, так как основная масса типографий и изданий работают по большей части именно с ней [7].

После замены в полученном файле всей текстовой информации на ее графическое изображение, данный файл отправляется в графический редактор, где, по одинаковому для всех файлов алгоритму, добавляется несколько графических фильтров для получения более наглядного изображения цветовой палитры художественной книги.

Таблица 1

Пример таблицы кодирования цвета

Safety Orange (Blaze Orange)	Сигнальный оранжевый		#FF9900	255	153	0
Saffron	Шафрановый		#F4C430	244	186	48
Sapphire	Сапфировый		#002567	0	37	103
Salmon	Лососевый		#FF8C69 ^(A)	255	140	105
Sandy brown	Песочный цвет		#F4A460	244	164	96
Sangria	Сангрия		#92000A	146	0	10
Scarlet	Ярко-красный, алый		#FF2400	255	36	0
School bus yellow	Цвет желтого школьного автобуса		#FFD800	255	216	0
Sea Green	Зеленое море		#2E8B57	46	139	87
Seashell	Цвет морской пены		#FFF5EE	255	245	238
Selective yellow	Отборный желтый		#FFB400	255	186	0
Sepia	Сепия		#70421A	112	66	20
Silver	Серебряный		#C0C0C0	192	192	192
Slate gray	Серый шифер		#708090	112	128	144
Spring Green	Зеленая весна		#00FF77	0	255	127
Steel blue	Синяя сталь		#4682B4	70	130	180
Swamp green	Болотный		#A0C878E	172	183	142

Таким образом, получаются изображения как на рис. 1.

С точки зрения физиологического воздействия все цвета и их сочетания можно разделить на две основные группы:

«А». Простые, чистые, яркие цвета. Контрастные сочетания.

«Б». Сложные, малонасыщенные цвета (разбеленные, ломаные, зачерненные), а также ахроматические. Нюансные сочетания.



Рис. 1. Цветовые палитры пяти различных книг:

1 – «Мастер и Маргарита», Михаил Булгаков [8]; 2 – «Гордость и предубеждение», Джейн Остин [9]; 3 – «Гарри Поттер и Дары смерти», Джоан Роулинг [10]; 4 – «Фуа-гра из топора», Дарья Донцова [11]; 5 – «Милые кости», Элис Сиболд [12]

Цвета группы «А» действуют как сильные, активные раздражители. Они удовлетворяют потребностям людей со здоровой, неутомленной нервной системой. К таким субъектам относятся дети,

подростки, молодежь, крестьяне, люди физического труда, люди, обладающие кипучим темпераментом и открытой, прямой натурой. И действительно, цвета и сочетания такого типа встречаются в следующих случаях: в детском художественном творчестве; в молодежной моде на одежду; в декоративно-прикладном искусстве народов всего земного шара; в самодельном «городском фольклоре», творцы которого – люди неинтеллигентного труда; в искусстве художников-революционеров XX в., ломающих каноны (Матисс, Корбюзье, Леже, Маяковский).

Цвета группы «Б» скорее успокаивают, чем возбуждают; они вызывают сложные, неоднозначные эмоции, нуждаются в более длительном созерцании для их восприятия, удовлетворяют потребность в тонких и изысканных ощущениях, а такая потребность возникает у субъектов достаточно высокого культурного уровня. По всем этим причинам цвета группы «Б» предпочитают людьми среднего и пожилого возраста, интеллигентного труда, людьми с утомленной и тонко организованной нервной системой. Цвета и сочетания данного типа встречаются: в европейском костюме для среднего и пожилого возраста; в интерьере жилищ городской интеллигенции; в живописи и прикладном искусстве классов, уходящих с исторической арены (XVIII в. – рококо, XIX-XX вв. – модерн); в современной проектной графике и окраске подавляющего большинства архитектурных объектов и т. д. [13]

На основании этих данных часть цветовых палитр можно отнести к группе А, а это значит, что цвета этой книги больше будут воздействовать на детей, подростков, молодежь, крестьян, людей физического труда. Ну а другая часть палитр содержит более сложные и глубокие оттенки цветов. Поэтому можно предположить, что в книгах, относящихся к этим палитрам, возможно, сам сюжет, а возможно, и просто стиль написания более неоднозначный и требует более глубокого эмоционального восприятия.

Чем богаче наша палитра в цветовом отношении, тем богаче на эпитеты и описания был автор этой книги. К примеру, если сравнить палитру 2 и палитру 3, то видно, что третья палитра куда более богата в цветовом понимании. Ее рисунок гораздо сложнее, преобладают теплые цвета, вызывающие более яркие эмоции. Красный, желтый, оранжевый. Доказано, что данные цвета не просто вызы-

вают в человеке чувство страсти, агрессии, повышают выброс адреналина и т. д., но и возбуждают кору головного мозга, увеличивают частоту сердцебиения. Можно однозначно сказать, что книга, принадлежащая палитре номер 3, куда более богата на события и держит читателя в напряжении, в отличии от палитры номер 2, где цвета теплых тонов уравнивают холодные оттенки, рисунок более прост, на основании чего смело можно сказать, что сюжет палитр 2 и 4 носит относительно линейный характер. Так как в этих же палитрах цвета более нежные, переходы более плавные, то можно сказать, что текст подходит больше для женского романа, нежели для мужского боевика.

Теперь взглянем на палитры 1 и 5. Казалось бы, что на палитре 5 цветов гораздо больше; оттенки, относящиеся к группе В, со сложным восприятием, также преобладают на палитре 5. На палитре 1 цвета более яркие, четкие, насыщенные. И в то же время палитра 1 обладает более сложным рисунком и требует более глубокого восприятия не столько из-за самих цветов, сколько из-за их сочетания. Палитра 5 не вызывает у нас желания длительного созерцания и понимания. Мы взглянули на нее, посмотрели и увели взгляд на другую палитру или просто в сторону и она у нас не вызывает желания посмотреть на нее еще и еще. Палитра 1, напротив, не просто притягивает, она пугает своими воинствующими противоположными оттенками, которые будто прямо на картинке устроили битву. Битва белого и черного, что в свою очередь породило красное и другие цвета. Палитра 5 достаточно запутана, но цвета на ней изображены довольно хаотично и слишком пестрые. Будто автор пытался искусственно улучшить визуальное восприятие своей книги и значительно переборщил. На палитре 4 мы видим простой сюжет, незначительное количество цветов, простые формы. И в то же время эта палитра является довольно привлекательной. Если задуматься о том, что на палитре мы видим все цветовое содержание книги, то наверняка это может означать, что эмоции и чувства, вызываемые этими цветами, останутся и после ее прочтения. На основании этого можно сделать вывод, что после прочтения книги, скрытой за палитрой номер 4, у читателя должны остаться легкие и приятные впечатления, непринужденность, воздушность. Палитре номер 2, скорее, больше подходит описание отстраненности, блаженства,

задумчивости. Никаких сложных и противоречивых чувств. Палитра 1 – просто огонь, борьба, эмоции, тяжесть от того, что мозг усвоил что-то очень напряженное и интенсивное. 3-я палитра будто целый мир, где просматривается очень сложный и богатый сюжет. Море разнообразных, противоречивых впечатлений. И независимо от того, что на этой палитре много агрессивного красного, присутствуют явные воинствующие сочетания черный и желтый, красный и желтый, все равно картинка завораживает и ни в коем случае не отталкивает. Она будто гипнотизирует своей магией, своей необычностью.

Теперь представим краткое описание каждой из книг. После ознакомления с содержанием книги вы можете попытаться правильно сопоставить книгу и обложку. Следует понимать, что цветовое содержание палитры книги должно на эмоциональном уровне отражать содержание книги.

1. «Мастер и Маргарита» – Михаил Булгаков

«Действие происходит в 1920–1930-е годы в сталинской Москве и в годы жизни Иисуса Христа в Ершалаиме. Мастер с гениальным озарением описал последние дни жизни Спасителя в своем романе о Понтии Пилате, за который поплатился свободой. Его тайная возлюбленная Маргарита готова на сделку с дьяволом, лишь бы спасти Мастера. В это время некто Воланд, посетивший Москву со своей свитой, наводит ужас на обывателей. Но в мире, где укоренилось зло, и засела нечистая сила, проделки сатаны, окрашенные искрометным юмором, оборачиваются возмездием за людские грехи и пороки.»

2. «Гордость и предубеждение» – Джейн Остин

«Англия, конец XVIII века. Родители пятерых сестер Беннет озабочены тем, чтобы удачно выдать дочерей замуж. И потому размеренная жизнь солидного семейства переворачивается вверх дном, когда по соседству появляется молодой джентльмен — мистер Бингли... Само собой, среди друзей нового соседа оказывается немало утонченных аристократов, которые не прочь поухаживать за очаровательными сестрами. Однако, все не так просто. Своевольная Элизабет знакомится с другом Бингли — красивым и высокомерным мистером Дарси, и между ними разгорается нешуточ-

ное противостояние, результатом которого может стать как любовь, так и ненависть...»

3. «Гарри Поттер и Дары смерти» – Джоан Роулинг

«В грандиозной последней главе битва между добрыми и злыми силами мира волшебников перерастает во всеобщую войну. Все сходится в одной точке. Ставки ещё никогда не были так высоки, а поиск убежища — столь сложен. И быть может именно Гарри Поттеру придется пожертвовать всем в финальном сражении с Волан-де-Мортом. Способен ли наш герой спасти мир? Или погибнут сотни его друзей? Все закончится здесь!»

4. «Фуа-гра из топора» – Дарья Донцова

«Татьяна Сергеева выбилась в начальницы! Правда, подчиненные ей достались словно на подбор — с левой резьбой. Секретарша, например, превратила Танин кабинет в... столовую! И как в таком дурдоме разбираться со сложным делом? Ванда, домоправительница известного композитора Ксении Кауф, попросила расследовать гибель своей хозяйки. Та якобы покончила с собой, но Ванда кое-что разузнала и поняла: переселиться в мир иной Ксении явно помогли! Правда, вскоре выяснилось, что сделала это... сама Ванда! Да-да, она написала покаянное письмо, где призналась в убийстве, и сиганула с обрыва в реку... Вроде бы все разрешилось само собой, но Танюшу не так легко провести, даже этим блестяще поставленным спектаклем!»

5. «Милые кости» – Элис Сиболд

«“Милые кости” — это история, рассказанная от лица девочки по имени Сюзи Сэлмон, которая в возрасте 14 лет была изнасилована, убита и расчленена человеком, жившим по соседству. Преступление совершается на самых первых страницах книги, его дата — 6 декабря 1973 года; следующие несколько лет Сюзи, попавшая в свой персональный рай, наблюдает за жизнью своих близких и убийцы и размышляет об их судьбах. Сюзи не может повлиять на происходящее в её отсутствие на Земле, однако несколько раз ей удаётся на короткое время появиться перед своими родными, и более того, однажды девочка вселяется в тело девушки Рут для того, чтобы заняться любовью с парнем, в которого она была влюблена в школе. Сюжет романа носит линейный характер: почти всё повествование сводится к тому, что Сюзи, видя «сверху»

то, что происходит после её смерти, комментирует происходящие, иногда с краткими экскурсами в прошлое или будущее. История, начинаясь с гибели Сюзи, следует через распад семьи Сэлмон и завершается рождением ребёнка у Линдси, младшей сестры Сюзи.»

Заключение

Теперь, зная правильные ответы, можно еще раз взглянуть на палитры книг. Если неизвестно, какая книга относится к какой палитре, то предпочтение отдавалось бы определенной картинке. Можно проверить свои предпочтения в литературе и сопоставить их с изображением.

Наверняка многие из вас увидели непосредственную связь. А теперь представьте такую ситуации, что мы заходим в книжный магазин, и еще не зная, какую книгу мы хотим найти, мы уже ее чувствуем визуально. И мы наверняка знаем, что обложка нас не обманывает, что на ней изображен в прямом смысле весь внутренний мир книги. Мы считаем, что применение описанной программы непосредственно на этапе производства книг, может принести значительные улучшения в качестве продажи литературы, упростить поиск таковой для покупателя, а также это позволит применить исследования сотен ученых, занимавшейся загадкой влияния цветов на человека, непосредственно на практике.

Литература

1. Франсе Р. «Психология эстетики» Изд. «Вече: Персей», 1996.
2. М. Афасижев. М. Сент-Джордж и В. Уолтон. Искусство, № 4, 1971.
3. Психология: Словарь. – М.: Наука, 1990.
4. Браун Л. Имидж «Путь к успеху» – СПб.: Питер Пресс, 1996.
5. Джеймс Стоддард «Высокий Дом роман» Изд. «Эксмо», 1998.
6. http://ru.wikipedia.org/wiki/Список_цветов 21.03.2013 г.
7. Домасев М. В., Гнатюк С. П. Реже, «Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения». СПб., Питер, 2009.
8. Булгаков М. «Мастер и Маргарита» Изд. «Москва» 1984.
9. Остен Д. «Гордость и предубеждение» Изд. «Эксмо», 2009

10. Роулинг К. Д. «Гарри Поттер и Дары Смерти» (книга седьмая), Изд. «Эксмо» 2010.
11. Донцова Д. «Фуа-гра из топора» Изд. «Эксмо», 2013.
12. Сиболд Э. «Милые кости» Изд. «Эксмо», 2009.
13. Люшер М. «Цвет вашего характера» Изд. «Питер», 1995.

УДК 004.4

МЕТОДЫ И ИНФРАСТРУКТУРА ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ УСТРОЙСТВ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

студент Садов С.В.

Научн. руководитель - канд. физ.-мат. наук, доцент Козлова Е.И.

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

За последние несколько лет в отрасли информационных технологий получила развитие концепция облачных вычислений. Суть ее состоит в предоставлении пользователям удаленного динамического доступа к услугам, вычислительным ресурсам и приложениям посредством сети Интернет. Компьютеры в облаке настроены на совместную работу, а различные приложения используют совокупную вычислительную мощность. Вычислительные облака состоят из тысяч серверов, размещенных в центрах хранения и обработки данных, обеспечивающих работу десятков тысяч приложений, которые одновременно используют миллионы пользователей. Важным условием эффективного управления такой крупномасштабной инфраструктурой является максимально полная автоматизация. Кроме того, для обеспечения защищенного доступа к вычислительным ресурсам облачная инфраструктура должна предусматривать возможность самоуправления и делегирования полномочий.

Наибольшую популярность облачные системы получили благодаря развитию сервисов, позволяющих осуществлять хранение файлов, в том числе и резервных копий, в специально созданном интернет-хранилище. При этом облачные хранилища можно использовать и для синхронизации данных между различными компьютерными устройствами. К наиболее популярным облачным файло-

вым хранилищам на сегодняшний день относятся Google Диск, Яндекс Диск, Microsoft SkyDrive, Dropbox, iCloud.

Концепция облака основана на трех уровнях, каждый из которых предоставляет определенную функциональность. Уровень инфраструктуры состоит из физических активов – серверов, сетевых устройств, дисков и т.д. Промежуточным уровнем является платформа. Она предоставляет инфраструктуру приложений. Верхний уровень – это уровень приложений, который обычно и изображают в виде облака.

Провайдер облачных сервисов может предоставлять пользователю такие услуги, как компьютерную инфраструктуру, компьютерную платформу с установленной операционной системой, программное обеспечение, развернутое в облаке, аппаратное обеспечение (на правах аренды), рабочее место (его ресурсы – это также ресурсы облака), хранение данных, системы защиты информации. Эти услуги могут предоставляться как по отдельности, так и пакетами, в зависимости от потребностей пользователя.

Информация и данные, хранимые пользователями в структуре облака, могут представляться в базе данных, структура которой разрабатывается провайдером.

Облачные базы данных – это базы данных (БД), которые запускаются на платформах облачных вычислений, таких как Amazon EC2, GoGrid и Rackspace. Существует два основных метода запуска базы данных в облаке – образ виртуальной машины и база данных как сервис. Образ виртуальной машины облачные платформы позволяют приобретать виртуальные машины, где возможно запускать базы данных. База данных, как сервис некоторые облачные платформы предлагают сервис баз данных, при помощи которого можно обойтись без виртуальной машины. В данном случае, пользователю не нужно устанавливать и поддерживать базу данных самостоятельно. Вместо этого, поставщик сервиса берет на себя ответственность за установку и обслуживание базы данных.

Многие провайдеры к базам данных предоставляют веб-интерфейс, при помощи которого пользователи могут устанавливать и настраивать экземпляры баз данных. Так же предлагается компонент управления базами данных, который контролирует основную базу данных, используя специальный API сервиса. Подоб-

ный сервис делает прозрачным для пользователя весь стек программного обеспечения, который используется для поддержания работоспособности базы. Данный сервис берет на себя масштабируемость и доступность базы данных.

Необходимо также сказать о различиях баз данных по их типу - реляционные (SQL) и не реляционные (NoSQL). К первому типу относятся такие БД как NuoDB, Oracle Database, Microsoft SQL Server и MySQL. Любую из них можно запускать в облаке, однако их трудно масштабировать, потому что изначально они не были рассчитаны на облачную среду. БД второго типа — NoSQL, такие как Apache Cassandra, CouchDB и MongoDB – были созданы, чтобы выдерживать большую нагрузку на чтение/запись данных, а также легко расширяться и уменьшаться, и изначально предназначались для работы на облачных платформах. Однако вследствие того, что большинство современных программ было создано с использованием SQL, работа с NoSQL базами данных часто требует полного изменения кода приложения.

Одной из задач современного высокотехнологичного производства, например, в области микроэлектроники, является обеспечение автоматизации управления предприятиями и инфраструктурами. С этой задачей хорошо справляются так называемые ERP-системы (системы планирования ресурсов предприятия). Это готовые программные продукты, которые реализуют стратегию интеграции производства и операций управления трудовыми и финансовыми ресурсами, управления активами.

В течение нескольких последних лет основные производители ERP-систем все больше обращались к технологиям облачных вычислений, и в настоящее время эта тенденция получает наибольшее развитие. Крупнейшим и самым известным производителем ERP-систем для производственных организаций является компания SAP AG – мировой лидер среди поставщиков программных решений для управления бизнесом. Компания занимается разработкой автоматизированных систем управления такими внутренними процессами предприятия, как бухгалтерский учет, торговля, производство, финансы, управление персоналом, управление складами.

Одним из предлагаемых этой компанией программных продуктов для интегрированного решения задач управления работой ма-

лых и средних компаний является программа SAP Business One. Она поддерживает все основные функции комплексного управления, в том числе финансовый учет, управление клиентами, продажи, бизнес-процессы и логистику. SAP Business One может использоваться как самостоятельное решение для среднего и малого бизнеса, так и в составе сложных информационных систем более крупных предприятий. Система также позволяет координировать работу руководства, сотрудников, клиентов и деловых партнеров. Для расширения доступности сведений о предприятии вне офиса предоставляется мобильное решение для iPhone.

Анализ производственных, технологических и управленческих процессов на предприятии по производству микроселектронных компонентов на заказ показал, что существует ряд «слабых мест», возникающих вследствие большой вовлеченности персонала в рутинную работу, включающую также и документооборот. Низкий уровень автоматизации на таких местах снижает как эффективность работы специалистов, так и всего предприятия в целом. Была создана демо-версия применения на таком предприятии программного продукта SAP Business One, основанного на применении облачных технологий ведения учета и контроля производства. В результате моделирования бизнес-процессов предприятия с применением этого облачного продукта было установлено, что эффективность работы производства на всех стадиях может быть повышена в среднем на 25-40%. Это обусловлено упорядочением и автоматизацией обработки и оборота документации, управления запасами на складах, обоснованным планированием закупок материалов и других расходов предприятия, повышением скорости реакции на возникающие неполадки и проблемы, что существенно влияет на качество продукции и конкурентоспособность. Кроме того, руководитель получает возможность контроля за всеми процессами предприятия практически в режиме реального времени, поскольку программа предлагает возможность получения отчета по запросу на основе самых актуальных на время запроса данных.

Таким образом, представляется обоснованным и целесообразным применение решений на основе облачных технологий для повышения эффективности и конкурентоспособности предприятия, производства элементов микроселектроники на заказ.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ МИРОВ НА ОСНОВЕ ГИБКИХ ГРАФИЧЕСКИХ КОНВЕЙЕРОВ

студент Копоть А.С.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Шестаков К.М.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Визуальные эффекты не всегда привязаны тому, что они изображают. Результаты вычислений на основе сложных с точки зрения физических расчётов можно имитировать, используя значительно менее ресурсоёмкие вычисления, получая при этом достаточно схожее конечное изображение.

Далее анализируется один из таких аспектов и реализуется модель, имитирующая внешний вид и поведение поверхности звезды – жёлтого карлика.

В процессе анализа принципов построения программ, использующих различные графические конвейеры, к программевизуализатору выдвинуты следующие требования: 1) функционирующий жёсткий графический конвейер на случай отказа системы поддержки шейдеров; 2) система загрузки кода шейдеров из файлов; 3) возможность регистрации шейдерных констант для возможности реализации сложных графических эффектов; 4) загрузка из файлов 3D-моделей и текстур для них; 5) обработка информации с клавиатуры и мыши.

В магнитогидродинамическом приближении для описания поведения непрерывной плазмы звезды используются уравнения Максвелла, закон Ома, уравнение сохранения массы, уравнение движения, закон идеального газа, уравнения теплопереноса и теплопроводности, уравнения нагрева и излучения и другие.

Прямое решение задачи требует больших вычислительных ресурсов. Поэтому рассматривается модель, дающая схожее конечное изображение, но требующая значительно меньших вычислительных затрат.

Для имитации поверхности жёлтого карлика за основу взяты следующие утверждения: 1) основной цвет поверхности соответствует видимому цвету абсолютно чёрного тела при температуре

6000 К (жёлтый); 2) основа поверхности звезды – светлая, по всей поверхности относительно равномерно распределены более тёмные области; 3) фрагменты поверхности непрерывно изменяют свой цвет по синусоидальному закону вокруг положения равновесия, своего для каждого фрагмента поверхности; 4) визуальный эффект возникновения, развития и исчезновения гранул достигается тем, что соседние фрагменты флуктуируют с различным периодом.

В качестве основы для конечного изображения поверхности используется чёрно-белая текстура, содержащая белый шум.

В качестве генератора периодов колебаний цвета элементов поверхности взята следующая хэш-подобная функция:

1. На входе текстурные координаты фрагмента поверхности;
2. На выходе частота флуктуации;
3. Для близких чисел должны даваться различные результаты;
4. Изменяя число возможных состояний выхода генератора,

можно влиять на плавность «течения» поверхности.

Флуктуации поверхности реализуются в виде уникального для каждого фрагмента добавочного коэффициента.

Выводы. Шейдеры предоставляют возможности для визуализации виртуальных миров с применением разнообразных эффектов. Эксперименты с программным кодом шейдеров могут приводить к открытию новых интересных графических эффектов. Сложные с точки зрения расчётов модели физических процессов можно имитировать, добиваясь достаточно схожего изображения при небольших вычислительных затратах.

УДК 621.382

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДИНОЧНОГО СБОЯ В МОП-ТРАНЗИСТОРЕ

студент Ловшенко И. Ю.,

Научн. руководитель - канд. техн. наук, доцент, Стемпицкий В. Р.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Минск, Беларусь

С развитием полупроводниковых технологий, когда постоянно уменьшаются размеры и напряжение питания интегральных микро-

схем (ИМС), а тактовая частота растет, задача повышения радиационной стойкости становится важной для производителей коммерческой микроэлектроники. Ее решение требует принятия мер на всех уровнях разработки ИМС: синтеза и верификации, трассировки шин питания, конструирования библиотечных элементов схем, технологического процесса изготовления. Моделирование радиационных эффектов позволяет значительно сократить время и затраты на разработку радиационно стойких ИМС.

Одиночный сбой (ОС, англ. Single-event Upset, SEU) является наиболее распространенным и наименее опасным последствием ионизирующего воздействия. Обычно ОС происходят, когда тяжелые частицы (космические лучи, протоны, электроны, альфа-частицы, термические нейтроны и т.д.) попадают в ИМС. Проникая вглубь полупроводникового материала, они оставляют за собой след свободных носителей заряда [1-2]. В случае обычных МОП-схем в подзатворном диэлектрике происходит генерация электронно-дырочных пар. Импульс тока, вызванный рекомбинацией индуцированных ионом дырок и электронов, изменяет состояние логического элемента. С уменьшением размеров транзисторов уменьшается и величина ионизирующего заряда, достаточного для ОС, который зависит от напряжений на электродах прибора и линейной передачи энергии (ЛПЭ, англ. Linear energy transfer, LET). Основные принципы учета радиационных эффектов при моделировании ИС изложены в [3]. Моделирование технологического маршрута формирования и электрических характеристик структуры мощного МОП-транзистора выполнялось с использованием программного комплекса компании SILVACO [4].

ОС вызван частицей с линейной энергией транспорта равной $37,2 \text{ МэВ} \cdot \text{см}^2/\text{мг}$ (что соответствует иону брома [1]), проходящей в центре устройства ($x = 0$). В момент удара напряжение на затворе равно $-13,9 \text{ В}$, на коллекторе 30 В .

Распределение концентрации дырок через 5, 50 и 150 пикосекунд после радиационного воздействия показаны на рис. 1. Результаты моделирования тока коллектора представлены на рис. 2. Результаты моделирования показывают, что отдельная ядерная частица (ОЯЧ) вызывает генерацию дополнительных носителей заряда.

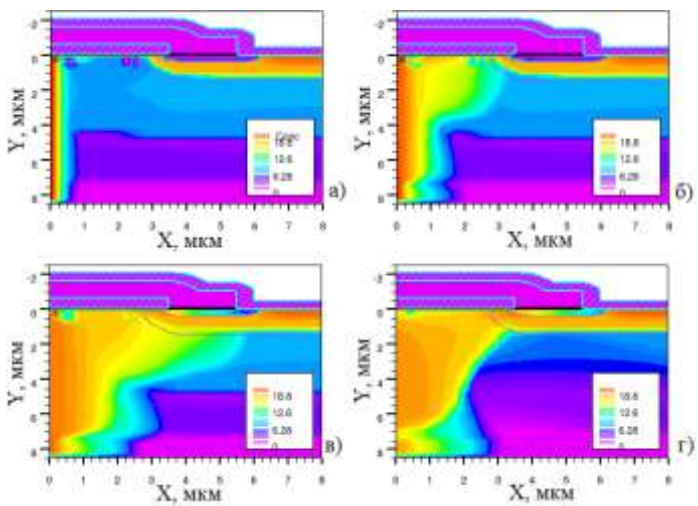


Рис. 1. Распределение концентрации дырок в структуре мощного МОП-транзистора в момент времени $t = 0$ с (а), $t = 5 \cdot 10^{-12}$ с (б), $t = 50 \cdot 10^{-12}$ с (в), $t = 150 \cdot 10^{-12}$ с (г).

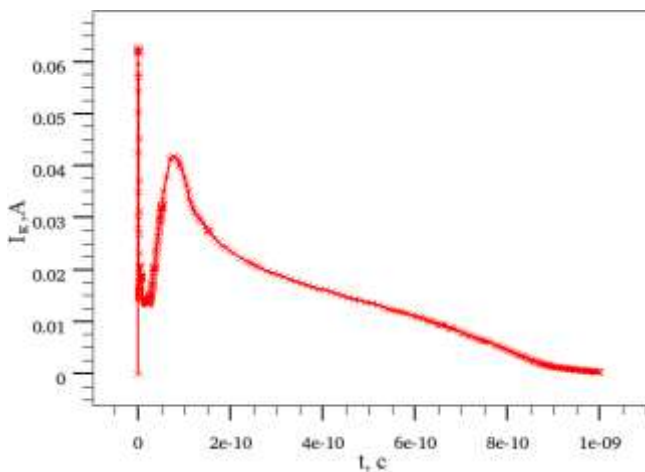


Рис. 2. Динамика изменения тока коллектора

Эти носители заряда являются причиной увеличения тока коллектора до значения 60 мА. В дальнейшем ток коллектора снижается до первоначальной величины (момент времени $t = 9 \cdot 10^{-10}$ с).

Один из распространенных способов борьбы с ОС и накоплением индуцированного излучением заряда — изготовление ИС по технологии «Кремний на изоляторе» (КНИ, англ. Silicon-on-insulator, SOI).

Литература

1. Никифоров А. Ю. Радиационные эффекты в КМОП ИС. М., 1984.
2. Чумаков А. И. Действие космической радиации на интегральные схемы. М., 2004.
3. Петросянц К. О., Самбурский Л. М., Харитонов И. А. Компактная макромодель КНИ/КНС МОП-транзистора, учитывающая радиационные эффекты // Известия вузов. Электроника. 2011. № 1. С. 20–27.
4. SILVACO. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://silvaco.com/> – Дата доступа: 20.01.2014.

УДК 004.4

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИФФУЗИОННО-ДРЕЙФОВОЙ МОДЕЛИ

студенты Боровик А.М., Чан Туан Чунг,

Научн. руководитель - канд. техн. наук, доцент, Стемпичкий В.Р.

Белорусский государственный университет информатики

и радиоэлектроники

Минск, Беларусь

Каждый переход к новым технологическим нормам проектирования приводит к появлению новых физических эффектов в МОП-транзисторах, для учета которых необходимо создавать новые либо адаптировать существующие модели. Оптимизация как эффективный алгоритм, позволяющий получить область экстремума целевой функции с заданной точностью, является основной областью использования методов и результатов проведения статистического

анализа данных. Особую актуальность имеют методы и алгоритмы, позволяющие получать оценки вектора управляемых переменных, которому соответствует минимальное значение функции $f(x)$. Задача нахождения минимума функции $f(x)$ решается посредством процедуры систематического получения последовательности точек x_0, x_1, \dots, x_k таких, что $f(x_0) > f(x_1) > \dots > f(x_k) > \dots$. Механизм образования последовательности точек и его эффективность в локализации точки минимума в сильной мере зависят от минимизируемой функции, а также информации, которая может быть использована для определения следующей точки [1].

К числу особенностей методов прямого поиска следует отнести относительную простоту вычислительных процедур, которые легко реализуются и быстро корректируются. Идея используемой методологии заключается в выборе базовой точки и оценке значений целевой функции в точках, окружающих ее. Вычисление значений целевой функции проводится во всех вершинах, а также в центре тяжести гиперкуба. Затем «наилучшая» из исследуемых точек выбирается в качестве следующей базовой точки [2].

Оптимизация модели осуществляется для МОП-транзистора с длиной канала 90 нм, структура и экспериментальные результаты измерения вольт-амперных характеристик (ВАХ) которого получены Microsystems Technology Laboratory [3]. Оценка соответствия экспериментальным результатам ВАХ, полученных в результате моделирования, проводится по методу наименьших квадратов.

С целью адаптации диффузионно-дрейфовой модели для наноразмерных приборов в соответствии с методологией прямого поиска варьируются значения плотности состояний в области канала, а также вводятся корректирующие коэффициенты в выражения моделей подвижности в поперечном и продольном электрическом поле, основываясь на анализе уравнений модели и результатах проведенных отсеивающих экспериментов по выявлению наиболее значимых параметров. В качестве модели подвижности в поперечном электрическом поле рассматривается модель Дарвиша.

На рис. 1 и 2 представлены ВАХ МОП-транзистора, полученные экспериментально и в результате моделирования с использованием диффузионно-дрейфовой модели. При этом использовались значе-

ния плотности состояний и выражения модели подвижности как по умолчанию, так и оптимизированные.

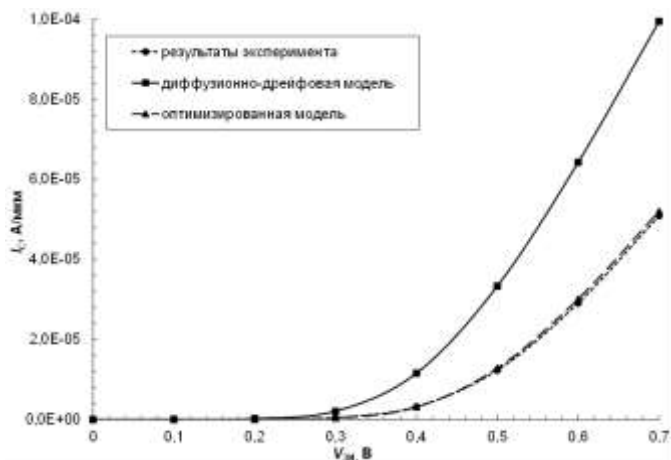


Рис. 1. ВАХ зависимости тока стока от напряжения на затворе МОП-транзистора при напряжении на стоке 0,21 В

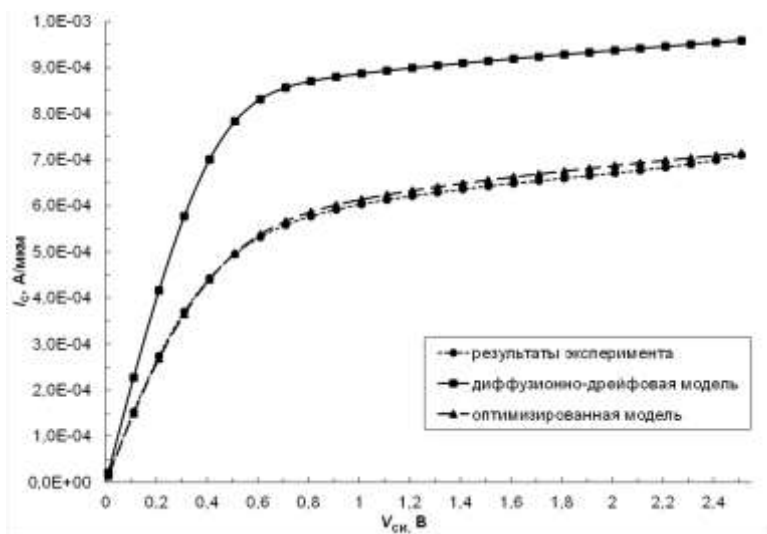


Рис. 2. ВАХ зависимости тока стока от напряжения на стоке МОП-транзистора

Результаты, полученные с использованием оптимизированных уравнений модели, соответствуют экспериментальным, что свидетельствует об эффективности применения предложенного подхода при адаптации диффузионно-дрейфовой модели наноразмерных приборов.

Литература

1. Аоки М. Введение в методы оптимизации. М, 1977.
2. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Регсдел К. Оптимизация в технике. Книга 1. М, 1986.
3. "Well-Tempered" Bulk-Si NMOSFET Device Home Page [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www-mtl.mit.edu/researchgroups/Well/> – Дата доступа: 20.05.2014.

УДК 004.8

АССОЦИАТИВНОЕ КОДИРОВАНИЕ ФАЙЛОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХАОТИЧЕСКИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

студент Трофимук В.Д.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Садов В.С.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

В современном мире, где информационные технологии проникают в повседневную жизнь человека с каждым днём всё глубже и глубже, критическую роль играет удовлетворение требованиям конфиденциальности, целостности и доступности данных. Реализация защищённой программной среды, в которой за счёт тех или иных средств обеспечивается соответствие упомянутым выше критериям, является важной и актуальной проблемой, интересной как с научной, так и с практической точки зрения (непосредственное воплощение разработок в виде программного кода). Данная работа посвящена созданию системы хранения информации с ассоциативной адресацией и симметричной криптографической обработкой файлов изображений с использованием псевдослучайных числовых последовательностей.

Прежде всего, стоит отметить тот факт, что симметричных криптосистем известно великое множество. Немалая их часть является блочными и в процессе функционирования в базовой или модифицированной форме использует нейронную сеть Фейстеля (алгоритмы шифрования DES, ГОСТ, Blowfish, RC6). При этом конфиденциальность информации в подобных системах обеспечивается за счёт сохранения в секрете отправляющей и принимающей сторонами шифр-ключа, задающего вектор начальных условий для соответствующего генератора раундовых ключей — процедуры расширения (по одному на каждую итерацию алгоритма). Большинство процедур расширения алгоритмов шифрования на основе сети Фейстеля используют численные значения, поставляемые предопределёнными методами генерации. Детерминированность используемого в процедуре расширения преобразования начального шифр-ключа в совокупность раундовых ключей, по существу является самым слабым местом симметричных блочных криптоалгоритмов, поскольку при использовании различных вариантов таблиц замен и перестановок шифр может как проявлять высокую криптостойкость, так и быть уязвимым к определённым видам атак (к примеру, 64-битный DES при современных вычислительных мощностях прямым перебором ключей взламывается за разумное время, а стойкость Blowfish напрямую зависит от типа используемой процедуры расширения). Поэтому очевидным улучшением является обеспечение большей хаотичности и меньшей предопределённости выбора числовых значений внутри процедуры расширения ключа.

В рамках работы проведено исследование генераторов псевдослучайных числовых последовательностей на основе явления детерминированного хаоса (системы уравнений Лоренца, схематехнической модели Чуа). Также на базе последней разработана реализация генератора хаоса с использованием в качестве структурных элементов усилителей и сетевых сумматоров (рис. 1).

Исследованы параметры разработанной модели на хаотичность (вид фазового портрета, спектр показателей Ляпунова, автокорреляционная функция, взаимная корреляционная функция, энтропия Колмогорова, временной горизонт прогнозирования). Спроектирована структура защищённой информационной системы с ассоциа-

тивной адресацией памяти и криптографическим шифрованием файлов изображений (рис. 2).

Впоследствии система реализована в виде кроссплатформенного приложения на языке Java с применением СУБД Oracle (рис. 3).

Большинство полученных в ходе выполнения работы результатов хорошо согласуются с теорией. Разработанный программный комплекс может быть использован в обучающих и научно-практических целях для наглядной демонстрации возможностей криптографического кодирования информации на основе явления детерминированного хаоса.

Таким образом, проведённая работа по созданию защищённой информационной системы демонстрирует преимущества применения генераторов хаотических числовых последовательностей.

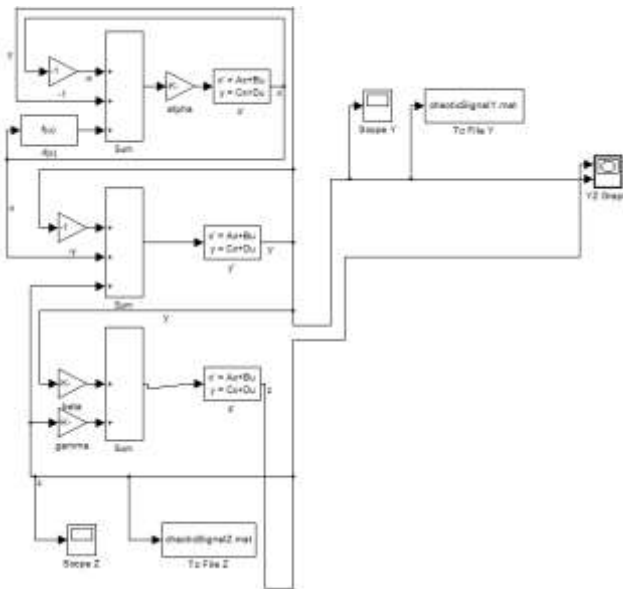


Рис. 1. Модифицированная модель схемы Чуа, построенная на усилителях и сетевых сумматорах

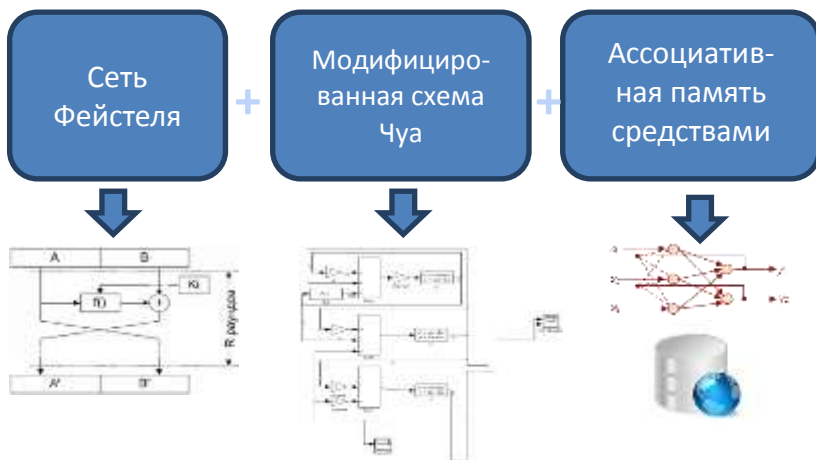


Рис. 2. Структурная схема защищённой информационной системы



Рис. 3. Основное рабочее окно разработанного приложения

В будущем данный труд будет развит за счёт дополнительных исследований реализованной модели генератора хаоса и доработки программного комплекса с целью повышения его криптостойкости.

Литература

1. Пономаренко В. И., Бугаевский М. Ю. Исследование поведения цепи Чуа / В. И. Пономаренко, М. Ю. Бугаевский // Саратовский филиал института радиотехники и электроники РАН, учебно-научная лаборатория «Нелинейная динамика (физический эксперимент)». – 1999, С. 4–19.
2. Андриевский Б. Р., Фрадков А. Л. Управление хаосом: методы и приложения / Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков // Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург – 2004, С. 11–25.
3. Довгаль В. М., Тарасов А. А. «Криптографическая защита электронных документов на основе сети Фейстеля с применением детерминированных хаотических отображений» / В. М. Довгаль // Известия Курского государственного технического университета, № 1 (30), 2010, С. 44–48

УДК 004.3

ARDUINO КАК УДОБНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ БЫСТРОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

студент гр. 103710 Малахов Т.И.

Научный руководитель - Гулай В.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Arduino – аппаратная вычислительная платформа, основными компонентами которой являются простая плата ввода-вывода и среда разработки на языке Processing/Wiring. Arduino может использоваться как для создания автономных интерактивных объектов, так и подключаться к программному обеспечению, выполняемому на компьютере (например, Adobe Flash, Processing, Max).

Плата Arduino состоит из микроконтроллера Atmel AVR (ATmega328P и ATmega168 в новых версиях и ATmega8 в старых), а также элементов обвязки для программирования и интеграции с другими схемами (рис. 1). На многих платах присутствует линейный стабилизатор напряжения +5 В или +3,3 В. Тактирование осуществляется на частоте 16 или 8 МГц кварцевым резонатором (в

некоторых версиях керамическим резонатором). В микроконтроллер предварительно прошивается загрузчик BootLoader, поэтому внешний программатор не нужен. На концептуальном уровне все платы программируются через RS-232 (последовательное соединение), но реализация этого способа отличается от версии к версии.



Рис. 1. Различные версии платы Arduino



Рис. 2. Устройство определяющее расстояние

Плата Serial Arduino содержит простую инвертирующую схему для конвертирования уровней сигналов RS-232 в уровни ТТЛ, и наоборот. Более поздние версии, программируются через USB, что осуществляется благодаря микросхеме конвертера USB-to-Serial FTDI FT232R. В версии платформы Arduino Uno в качестве конвертера используется микроконтроллер Atmega8U2 в SMD-корпусе. Данное решение позволяет запрограммировать конвертер так, чтобы платформа сразу определялась как мышь, джойстик или иное устройство по усмотрению разработчика со всеми необходимыми дополнительными сигналами управления.

Работа производится с аналоговыми и логическими контактами, которые могут служить как входами, так и выходами сигналов. Можно непосредственно из среды использовать широтно-импульсную модуляцию или аналого-цифровые преобразования с дискретизацией от 0 до 254 или от 0 до 1023 в зависимости от выбранного типа входа/выхода. Также плату Arduino можно использовать как ISP программатор для контроллеров семейства AVR, что значительно облегчает разработку и отладку устройства, т.к. нет необходимости извлекать контроллер для его перепрограммирования.

Габариты некоторых плат Arduino позволяют использовать их непосредственно в конечных устройствах, что облегчает быстрое создание изделия практически с нуля без глубокого знания теории программирования микроконтроллеров или их устройства и принципа организации их работы. Конечно же, при таком подходе не стоит говорить о высокой эффективности организации работы на микроконтроллере, т. к. множество существующих библиотек значительно облегчают работу с готовыми периферическими устройствами, что отдаляет разработчика от понимания процессов, происходящих непосредственно в контроллере и некоторых аспектах работы периферических устройств и обмена данных с ними.

В некоторых платах (например, Arduino Uno, Arduino diecimila) установлен микроконтроллер в *dip* корпусе, что позволяет применять его отдельно, с использованием среды разработки Arduino IDE, прошивая непосредственно в плате. В качестве примера такого использования приводится устройство, разработанное в течение часа (именно разработанное, изготовление печатной платы заняло немного больше времени) после первого знакомства с этой платформой. Устройство с помощью ультразвукового сенсора определяет расстояние до объекта, выводит расстояние в сантиметрах на жидкокристаллический дисплей, и, при приближении чего-либо к чувствительному элементу устройства на расстояние менее 10 сантиметров, сигнализирует об этом надписью на дисплее «Red Alert!!!!» с одновременным миганием светодиода (рис. 2).

Таким образом, аппаратная вычислительная платформа Arduino хорошо подходит на роль инструмента для быстрой разработки и отладки электронных устройств с использованием микроконтроллеров. Она позволяет использовать микроконтроллер без знания принципов его работы (что также является минусом этой системы для конечной разработки) и следует подчеркнуть, что у этой платформы существует достаточно развитая база и огромное количество поклонников, что в значительной мере упрощает обучение.

УДК 539.3

**ДИАГНОСТИКА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОСТАВНЫХ
ТОЛСТОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРОВ ДЛЯ АППАРАТОВ
ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ИЗГОТОВ-
ЛЕНИИ ИСКУССТВЕННЫХ АЛМАЗОВ**

Студентка гр. 103819 Важинская А.В.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Одним из направлений совершенствования режущих свойств инструментов, позволяющим повысить производительность труда при механической обработке, является повышение твердости и теплоустойчивости инструментальных материалов. Наиболее перспективными в этом отношении являются алмаз. Алмазы и алмазные инструменты широко используются при обработке деталей из различных материалов. Для алмазов характерны исключительно высокая твердость и износостойкость. По абсолютной твердости алмаз в 4 - 5 раз тверже твердых сплавов и в десятки и сотни раз превышает износостойкость других инструментальных материалов при обработке цветных сплавов и пластмасс. Кроме того, вследствие высокой теплопроводности алмазы лучше отводят теплоту из зоны резания, что способствует гарантированному получению деталей с бесприжоговой поверхностью. Однако алмазы весьма хрупки, что сильно сужает область их применения. [1]

Для изготовления режущих инструментов основное применение получили искусственные алмазы, которые по своим свойствам близки к естественным.

Основой получения синтетических алмазов является необратимое фазовое превращение в углероде, происходящие при высоких давлениях и температурах. Это область прямых фазовых превращений ($P=12-15$ ГПа, $T=2500-3000$ К), характеризующаяся неравновесной наведенной дефектной структурой и мелкозернистым строением поликристаллического материала и область каталитического синтеза ($P=4,0-5,5$ ГПа, $T=1400-2000$ К), в которой образуются более структурно совершенные и крупные зерна алмаза. Поэтому для достижения требуемых параметров синтеза в области термодинамической устойчивости требуется специальная техника высокого давления (камеры, контейнеры, нагревательные элементы и др.).

При больших давлениях и температурах в искусственных алмазах удается получить такое же расположение атомов углерода, как и в естественных. Масса одного искусственного алмаза обычно составляет 1/8-1/10 карата (1 карат-0,2 г). Вследствие малости размеров искусственных кристаллов они непригодны для изготовления таких инструментов, как сверла, резцы и другие, а поэтому применяются при изготовлении порошков для алмазных шлифовальных кругов и притирочных паст.

Алмаз как инструментальный материал имеет существенный недостаток — при повышенной температуре он вступает в химическую реакцию с железом и теряет работоспособность. [2]

Для того чтобы обрабатывать стали, чугуны и другие материалы на основе железа, были созданы сверхтвердые материалы, химически инертные к нему. Такие материалы получены по технологии, близкой к технологии получения алмазов, но в качестве исходного вещества используется не графит, а нитрид бора [3,4].

Расчет элементов теплообменного аппарата

Задача о расчете толстостенного цилиндра решается с учетом равномерно распределенного наружного давления P_n и внутреннего давления P_v . Мы исходим из того, что такая нагрузка не может вызвать деформации изгиба цилиндра, (рис.1).

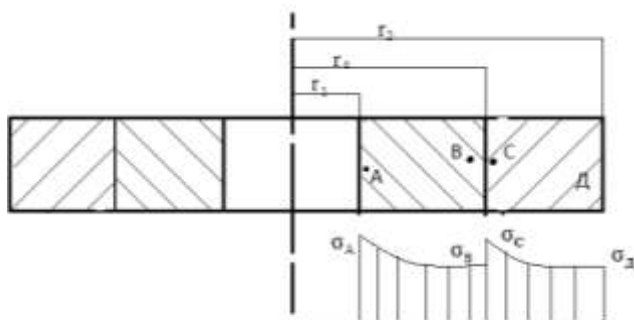


Рис. 1. Расчетная схема составного цилиндра

Нормальные напряжения σ , в сечениях плоскостями, перпендикулярными оси симметрии цилиндра нельзя считать равномерно

распределенными по толщине стенки, как это делается при расчете тонкостенных оболочек вращения [5]. Нормальные напряжения σ_r , действующие по цилиндрической поверхности с радиусом r могут быть одного и того же порядка и даже превышать напряжение σ_t , что при тонкостенных цилиндрах невозможно.

В поперечных сечениях цилиндра касательные напряжения также предполагаются равными нулю, однако, возможно существование нормальных осевых напряжений σ_z , которые возникают как следствие нагружения цилиндра силами, действующими вдоль оси. В дальнейшем мы будем рассматривать открытые цилиндры, т.е. не имеющие дна. Напряжения σ_z в таких цилиндрах равны нулю. Вывод формул расчета напряжений в толстостенных цилиндрах основан на том, что для них соблюдается гипотеза плоских сечений, т.е. поперечные сечения цилиндра, плоские до нагружения, остаются плоскими и после нагружения.

Основными уравнениями для расчета напряжений в толстостенных цилиндрах являются формулы Ламе (1)

$$\sigma_{rr} = \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{r_1^2 - r_2^2} \mp \frac{(P_1 - P_2) r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r^2} \quad (1)$$

Аппараты высокого давления, используемые в изготовлении искусственных алмазов контролируют с помощью радиационного и капиллярного метода контроля [6]. Радиационные методы контроля основаны на регистрации и анализе ионизирующего излучения при его взаимодействии с контролируемым изделием [7]. Радиационный контроль применяют для выявления трещин, непроваров, пор, шлаковых, вольфрамовых, окисных и других включений.

При радиационном контроле используют, как минимум, три основных элемента: источник ионизирующего излучения; контролируемый объект; детектор, регистрирующий дефектоскопическую информацию. При прохождении через изделие ионизирующее излучение ослабляется - поглощается и рассеивается. Степень ослабления зависит от толщины, плотности и атомного номера материала контролируемого объекта, а также от интенсивности и энергии излучения. При наличии в веществе дефектов изменяются интенсив-

ность и энергия пучка излучения. Методы радиационного контроля различаются способами детектирования дефектоскопической информации и соответственно делятся на радиографические, радио-скопические и радиометрические.

Капиллярный контроль – это вид неразрушающего контроля, который основан на свойствах проникающих жидких веществ в капилляры на поверхностях контролируемого объекта с целью выявления дефектов [8]. Капиллярные методы контроля объектов проникающими веществами применяют для обнаружения дефектов (типа трещин), выходящих на поверхность. Полости реальных трещин, чаще всего являющихся тупиковыми, имеют форму узкого клина, вершина которого обращена внутрь материала. Попав в такую трещину, проникающая жидкость смачивает ее полость и продолжает проникать внутрь нее даже после полного удаления с поверхности объекта контроля. В этом случае проникающая жидкость образует в полости трещины два мениска с радиусами R_1 и R_2 кривизны, причем $R_2 > R_1$ (рис. 2, а). Эти мениски вызывают появление двух капиллярных давлений p_1 и p_2 , равнодействующая которых Δp направлена вглубь полости дефекта. Попав в полость дефекта, жидкость будет удерживаться там капиллярными силами.

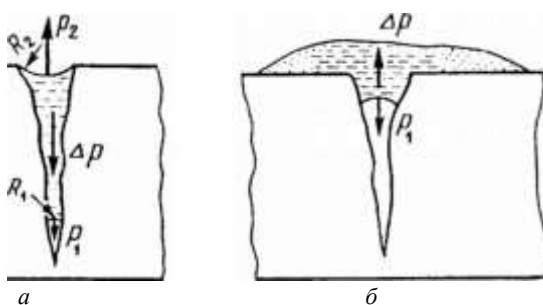


Рис. 2. Схемы проникновения жидкостей вглубь тупиковой трещины (а) и проявления индикаторных следов дефектов (б)

Если на мениск, расположенный в устье трещины, наложить какое-либо пористое вещество, то он исчезнет и вместо него образуется система малых менисков различной формы и большой кривизны, каждый из которых создает свое капиллярное давление. Равно-

действующая Δp созданных менисками капиллярных давлений существенно превышает давление p_1 и действует в противоположном ему направлении.

Под действием суммы давлений пенетрант из полости трещины поднимается на поверхность контролируемого объекта, несколько расплываясь над дефектным участком, и образует индикаторный след, который можно наблюдать невооруженным глазом или в лупу с небольшим увеличением (рис. 2, б). Вещества, вытягивающие пенетранты из полостей дефектов, называют проявителями.

Индикаторные рисунки, образующиеся при взаимодействии пенетранта и проявителя, либо обладают способностью люминесцировать при воздействии ультрафиолетового излучения, либо имеют цветовую окраску вследствие избирательного поглощения (отражения) части падающих на них световых лучей. Линии индикаторных рисунков имеют ширину 0,05-0,3 мм и высокие яркостный и цветовой контрасты с фоном, поэтому рисунок дефекта обнаружить значительно легче, чем сам дефект. Причем обнаружение его тем проще, чем шире индикаторная линия и выше ее контраст с фоном [9].

В данной работе основной задачей служит уменьшение касательного напряжения путем применения составных толстостенных цилиндров, состоящих из более тонких труб, надетых друг на друга, повышение прочности толстостенных цилиндров путем замены сплошного цилиндра составным.

Предложены методы неразрушающего контроля (капиллярный и радиационный методы), с помощью которых можно не только установить наличие или отсутствие дефектов, но и выяснить степень дефектности, полученная информация позволяет оценить возможность ремонта, выяснить причины образования дефектов и наметить мероприятия по предотвращению их появления.

Литература

1. Тонкостенные оболочки вращения, толстостенные и составные цилиндры: методические указания/ В.Ф. Першин, Ю.Т. Селиванов – Тамбов: изд-во Тамбовского государственного технического университета, 2001.
2. Синтетический алмаз/ Г.Н. Безруков. М.: Недра, 1976.

3. Сверхтвердые материалы. Получение и применение. Синтез алмаза и подобных материалов/ В.В. Туркевич, под ред. А.А. Шульженко. – Киев: НАНУ, 2003.

4. Устройство для создания высокого давления/ В.Б. Шипило, 1986.

5. Расчеты на прочность в машиностроении. Том 1 / С.Д.Пономарев, В.Л. Бидерман – Москва, 1956.

6. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / под редакцией В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 1995.

7. Справочник по радиационному методу неразрушающего контроля/ С.В. Румянцев, А.С. Штань, А.В. Гальцев. М.: Энергоиздат, 1982

8. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярный метод. Общие требования.

9. Капиллярный контроль. Учебное пособие для подготовки специалистов/ Н.П. Калиниченко, А.Н. Калиниченко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.

УДК 539.3

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТОНКОСТЕННЫХ СОСУДОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ И ПРИБОРОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Студентка гр. 103819 Ворокомская А.А.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Для расчета оболочек, имеющих форму тела вращения, стенки которых тонки, не имеют резких переходов и изломов при действии внутреннего, нормального к стенкам давления, обладающего осевой симметрией, можно пользоваться безмоментной (мембранной) теорией расчета. По этой теории, из условия равновесия элемента, выделенного около рассматриваемой точки стенки оболочки (сосуда) бесконечно близкими и перпендикулярными им сечениями (рис.1а), получено уравнение Лапласа для определения окружного σ_t и меридионального σ_m нормальных напряжений [1;3]

$$\sigma_t / \rho_t + \sigma_m / \rho_m = P / \delta, \quad (1)$$

где ρ_t и ρ_m – радиусы кривизны окружного (кольцевого) и меридионального сечений стенки оболочки (сосуда) на уровне рассматриваемой точки;

P – интенсивность внутреннего давления, являющегося функцией только координаты z ;

δ – толщина стенки сосуда.

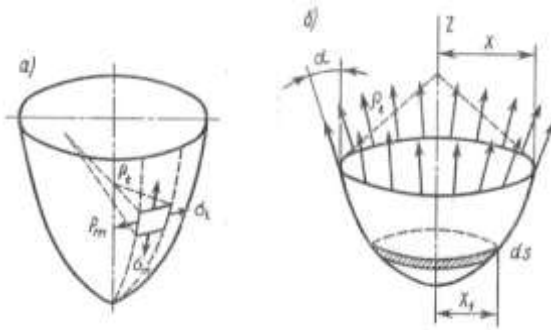


Рис.1. Расчетные схемы

a – из условия равновесия элемента;

б – из условия равновесия сечения на уровне рассматриваемой точки

Из условия равновесия части сосуда, отделенной сечениями перпендикулярными меридианам на уровне рассматриваемой точки (рис.1,б), получается дополнительное уравнение

$$\sigma_m \delta x \cos \alpha = Z, \quad (2)$$

где α – угол между осью Z и касательной к меридиану на рассматриваемом уровне;

x – радиус окружности кольцевого сечения на том же уровне,

Z – сумма проекций на ось Z сил, действующих на отсеченную часть сосуда.

$$Z = \int_0^{x_1} p x_1 dx_1 . \quad (3)$$

Здесь x_1 – текущий радиус окружности кольцевого сечения сосуда.

Решение уравнений (1) и (2) дает следующие значения напряжений σ_t и σ_m

$$\sigma_t = p \frac{\rho_t}{\delta} - \frac{Z}{\delta \rho_m \cos^2 \alpha} ; \quad \sigma_m = \frac{Z}{\delta \rho_t \cos^2 \alpha} . \quad (4)$$

Частные случаи:

1. $\rho_m = \infty$, $\rho_t = \rho$ – сосуд с прямолинейной образующей (цилиндр, конус)

$$\sigma_t = p \frac{\rho_t}{\delta} ; \quad \sigma_m = \frac{Z}{\delta \rho \cos^2 \alpha} . \quad (5)$$

2. $\rho_m = \rho_t = \rho$ – сферический сосуд

$$\sigma_t = p \frac{\rho_t}{\delta} - \frac{Z}{\delta \rho \cos^2 \alpha} ; \quad \sigma_m = \frac{Z}{\delta \rho \cos^2 \alpha} \quad (6)$$

а) $p = const$ (давление газа),

$$Z = \frac{p x^2}{2} = p \frac{\rho_t^2 \cos^2 \alpha}{2} , \quad \sigma_t = p \frac{\rho_t}{2\delta} \left(2 - \frac{\rho_t}{\rho_m} \right) , \quad \sigma_m = p \frac{\rho_t}{2\delta} ; \quad (7)$$

при $\rho_m = \infty$, $\rho_t = \rho$

$$\sigma_t = 2\sigma_m = p \frac{\rho_t}{\delta} ,$$

при $\rho_m = \rho_t = \rho$

$$\sigma_t = \sigma_m = p \frac{\rho_t}{2\delta}.$$

б) $p = \gamma (h - z)$ (давление жидкости, рис.2),

где γ – удельный вес жидкости;

h – высота уровня жидкости в сосуде; z - текущая координата,

$$Z = \gamma \frac{hp_t^2 \cos^2 \alpha}{2} - Z_1; \quad Z_1 = \int_0^x zx \, dx. \quad (8)$$

Z_1 – определяется, если дано уравнение образующей сосуда

$$Z = Z(x).$$

На внутренней поверхности стенок сосуда третье главное напряжение $\sigma_r = -p$. В большинстве случаев оно мало по сравнению с σ_t и σ_m , и при расчете на прочность им можно пренебречь.

Если стенки сосуда имеют резкий излом (рис.3, а), то в переходном сечении возникают краевые силы, которые могут вызвать значительные напряжения, которые не учитываются безмоментной теорией. Чтобы уменьшить влияние этих сил, стыковое кольцо часто упрочняют распорным кольцом [1;4].

Если меридиональные напряжения в сечении стыка $\sigma_m = \sigma_0$ (рис.3,б), то распределенная распорная сила $q_0 = \sigma_0$.

Необходимая площадь F распорного кольца радиусом r может быть найдена по формуле

$$\frac{r}{[\sigma]} = \frac{1}{[\sigma]}, \quad F = q_0 \sigma_0. \quad (9)$$

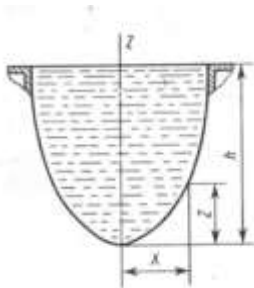


Рис. 2. К определению давления жидкости

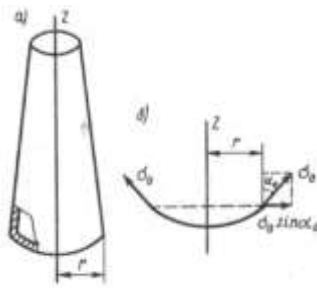


Рис.3. Схема расчета при резком изломе стенок сосуда

Для оценки качества материала исследуемого сосуда рекомендуется использовать следующие виды неразрушающего контроля: капиллярный, визуальный, ультразвуковой [2].

Капиллярные методы неразрушающего контроля основаны на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей (пенетрантов) в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя. Капиллярный НК предназначен для обнаружения невидимых или слабонаблюдаемых невооруженным глазом поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности. Этот вид контроля позволяет диагностировать объекты любых размеров и форм, изготовленные из черных и цветных металлов и сплавов, пластмасс, стекла, керамики, а также других твердых неферромагнитных материалов. Капиллярный контроль применяется также при течеискании и, в совокупности с другими методами, при мониторинге ответственных объектов и объектов в процессе эксплуатации.

Визуальный метод дефектоскопии относится к неразрушающему контролю. Визуальный контроль занимает важное место среди различных видов контроля изделий. Визуальный контроль - это единственный неразрушающий метод контроля, который может выполняться и часто выполняется без какого-либо оборудования и проводится с использованием простейших измерительных средств.

Визуальный контроль во многих случаях достаточно информативен и является наиболее дешевым и оперативным методом контроля. Некоторые технические средства визуального и измерительного контроля доступны каждому, а сама процедура контроля является достаточно простой. Однако визуальный контроль является таким же современным видом контроля, как радиационный и ультразвуковой.

Ультразвуковая дефектоскопия – поиск дефектов в материале изделия ультразвуковым методом, то есть путём излучения и принятия ультразвуковых колебаний, отраженных от внутренних несплошностей (дефектов), и дальнейшего анализа их амплитуды, времени прихода, формы и других характеристик с помощью специального оборудования – ультразвукового дефектоскопа. Является одним из самых распространенных методов неразрушающего контроля. Ультразвуковая дефектоскопия основана на использовании упругих колебаний, главным образом ультразвукового диапазона частот. Нарушения сплошности или однородности среды влияют на распространение упругих волн в изделии или на режим колебаний изделия. Основные методы: эхо-метод, теневой, зеркально-теневом метод. При теневом методе признаком обнаружения дефекта служит уменьшение интенсивности (амплитуды) ультразвуковой волны, прошедшей от излучающего пьезопреобразователя к приемному. Недостатки метода — необходимость двустороннего доступа к изделию и малая точность оценки координат дефектов, достоинство — высокая помехоустойчивость. Метод может применяться для изделий с грубо обработанной поверхностью. При зеркально-теневом методе признаком обнаружения дефекта является уменьшение интенсивности (амплитуды) ультразвуковой волны, отраженной от противоположной поверхности изделия. Отраженный сигнал называется донным. Метод не требует двустороннего доступа к контролируемому изделию, позволяет более достоверно выявлять корневые дефекты в стыковых швах, помехоустойчив, применяется для изделий небольшой толщины с грубо обработанной поверхностью. Однако точность определения координат дефекта и при этом методе невысока. Наиболее широкое распространение получил метод отражения, или эхо-метод.

Литература

1. Расчетные и курсовые работы по сопротивлению материалов. Алмаметов Ф.З. – Москва: Высш. Шк., 1992.
2. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Клюев В.В., Соснин Ф.Р. и др. – М.: Машиностроение, 2005.
3. Прикладные методы расчета оболочек и тонкостенных конструкций. Авдонин А.С. - М.: Машиностроение, 1969.
4. Сопротивление материалов: учебник / Подскребко М.Д. – Минск: Выш. шк., 2007.

УДК 539.3

ДИАГНОСТИКА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОЛЬЦЕВЫХ СТАЛЬНЫХ ПРУЖИН

Студент гр. 103819 Гуринович И.Н.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Кольцевые стальные пружины широко применяют в инженерной практике для поглощения и рассеивания энергии от динамической ударной нагрузки, прилагаемой к сжимаемой пружине.

Такие пружины обладают рядом особенностей, благодаря которым их применение является весьма рациональным. Дисковые пружины занимают мало места по высоте. Их жёсткость легко регулируется изменением количества дисков. Они дешёвы в изготовлении, а их термообработка проще, чем у винтовых пружин сжатия, свитых из прутков большого диаметра. Дисковые пружины в отличие от винтовых весьма устойчивы к восприятию боковых усилий. В некоторых случаях функции пружины выполняет всего одна пластина. При этом обеспечивается компактность конструкции. Из этих соображений следует произвести расчёт на прочность одного из пружинных дисков, изображённого на рис. 1, после чего можно будет судить о прочности дисковой пружины [1].

Рассмотрим участок пластины на рис. 2. Определим поперечную силу, действующую на кольцевой поверхности радиуса r из условий равновесия.

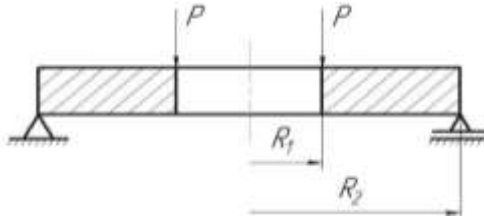


Рис. 1. Расчётная схема пружинной пластины

Сумма сил на ось P_z

$$\Sigma P_z = 0; \quad Q \cdot 2\pi r - P = 0; \quad Q = \frac{P}{2\pi r}. \quad (1)$$

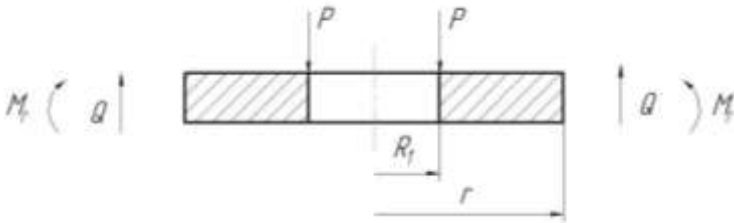


Рис. 2. Участок пластины

Угол поворота кольцевого сечения относительно оси z

$$\theta = c_1 r + \frac{c_2}{r} - \frac{1}{Dr} \cdot [\int r] Q dr dr]. \quad (2)$$

Анализ выражения для угла поворота (2) показывает, что постоянные интегрирования c_1 и c_2 определяют из граничных условий

$$\text{при } r = R_1, \quad M_r = 0; \quad (3)$$

$$\text{при } r = R_2, \quad M_r = 0. \quad (4)$$

Радиальный и окружной изгибающие моменты определяют по формулам (5) и (6) соответственно

$$M_r = D \left[\frac{d\theta}{dr} + \mu \frac{\theta}{r} \right], \quad (5)$$

$$M_t = D \left[\frac{\theta}{r} + \mu \frac{d\theta}{dr} \right]. \quad (6)$$

Далее при помощи формул (5) и (6) проводят расчёт распределения окружных изгибающих моментов в пластине в зависимости от ее размеров. По полученным данным строят эпюры распределения радиальных и окружных изгибающих моментов в пластине в зависимости от ее размеров.

Анализируя построенные эпюры следует определить опасные сечения и проверить их на прочность по критерию Баландина. Опасное сечение - это поперечное сечение, в котором действуют наибольшие внутренний силовой фактор [2].

Согласно критерию Баландина

$$\sigma_{\text{экр}} = \sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \leq \sigma_{\text{пц}}. \quad (7)$$

Для контроля качества кольцевых пружин предложены наиболее подходящие неразрушающие методы – магнитопорошковый и капиллярный методы неразрушающего контроля.

Магнитопорошковый метод предназначен для выявления поверхностных и под поверхностных (на глубине до (1,5 ... 2) мм) дефектов типа нарушения сплошности материала изделия: трещины, волосовины, расслоения, непровар стыковых сварных соединений, закатов и т.д.

Магнитные частицы порошка, попадая в поле дефекта под действием электрического тока, намагничиваются и в результате притягивающей силы перемещаются в зону наибольшей неоднородности магнитного поля. Порошинки, притягиваясь друг к другу, выстраиваются в цепочки, ориентируясь по магнитным силовым линиям, и, накапливаясь, образуют характерные рисунки в виде вали-

ков, по которым судят о наличии дефекта. Этим методом можно контролировать изделия любых габаритов размеров и форм, если магнитные свойства материала изделия (относительная максимальная магнитная проницаемость не менее 40) позволяют намагничивать его до степени, достаточной для создания поля рассеяния дефекта, способного притянуть частицы ферромагнитного порошка.

Для контроля качества кольцевых дисков магнитопорошковым методом применяют дефектоскоп Magnaflux HWSL 3656.

Магнитопорошковый дефектоскоп HWSL 3656 предназначен для контроля объектов контроля имеющих форму диска с максимальным диаметром 725 мм, минимальным диаметром отверстия 38 мм и максимальной толщиной 75 мм. Спиральная намагничивающая катушка и центральный проводник имеют свободные концы кабеля сечением 108 мм², которые крепятся к контактному блоку. Данные блоки зажимаются между головным и задним блоками рабочего стола. Ток может подаваться как на спиральную катушку, так и на центральный проводник путем зажатия соответствующего контактного блока с возможностью регулировки тока [4].

Капиллярный контроль – это вид неразрушающего контроля, который основан на свойствах проникающих жидких веществ в капилляры на поверхностях контролируемого объекта с целью выявления дефектов [3].

Капиллярные методы контроля объектов проникающими веществами применяют для обнаружения дефектов (типа трещин), выходящих на поверхность. Полости реальных трещин, чаще всего являющихся тупиковыми, имеют форму узкого клина, вершина которого обращена внутрь материала. Попав в такую трещину, проникающая жидкость смачивает ее полость и продолжает проникать внутрь нее даже после полного удаления с поверхности объекта контроля. В этом случае проникающая жидкость образует в полости трещины два мениска с радиусами R_1 и R_2 кривизны, причем $R_2 > R_1$ (рис. 3, а). Эти мениски вызывают появление двух капиллярных давлений p_1 и p_2 , равнодействующая которых Δp направлена вглубь полости дефекта. Попав в полость дефекта, жидкость будет удерживаться там капиллярными силами.

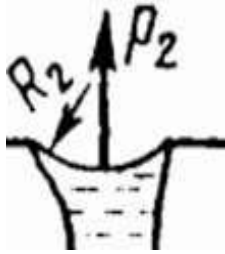


Рис. 3. Схемы проникновения жидкостей вглубь тупиковой трещины (а) и проявления индикаторных следов дефектов (б)

Если на мениск, расположенный в устье трещины, наложить какое-либо пористое вещество, то он исчезнет и вместо него образуется система малых менисков различной формы и большой кривизны, каждый из которых создает свое капиллярное давление. Равнодействующая Δp созданных менисками капиллярных давлений существенно превышает давление p_1 и действует в противоположном ему направлении.

Под действием суммы давлений пенетрант из полости трещины поднимается на поверхность контролируемого объекта, несколько расплываясь над дефектным участком, и образует индикаторный след, который можно наблюдать невооруженным глазом или в лупу с небольшим увеличением (рис. 3, б). Вещества, вытягивающие пенетранты из полостей дефектов, называют проявителями.

Индикаторные рисунки, образующиеся при взаимодействии пенетранта и проявителя, либо обладают способностью люминесцировать при воздействии ультрафиолетового излучения, либо имеют цветовую окраску вследствие избирательного поглощения (отражения) части падающих на них световых лучей. Линии индикаторных рисунков имеют ширину 0,05-0,3 мм и высокие яркостный и цветовой контрасты с фоном, поэтому рисунок дефекта обнаружить значительно легче, чем сам дефект. Причем обнаружение его тем проще, чем шире индикаторная линия и выше ее контраст с фоном [5].

В работе описана методика расчёта на прочность кольцевой пластины (диска), предложены наиболее подходящие методы неразрушающего контроля, с помощью которых можно оценить состояние дисковой пружины, установить наличие или отсутствие поверх-

ностных дефектов, выяснить причины образования дефектов и наметить мероприятия по их обнаружению.

Литература

1. Бережницкий Л.Т., Делявский М. В, Панасюк В.В. Изгиб тонких пластин с дефектами типа трещин – Киев: Навуковая думка, 1979.

2. Расчёты на прочность в машиностроении/ С. Д. Пономарёв, В. Л. Бидерман, К. К. Лихарёв – Москва: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1958.

3. Неразрушающий контроль. Справочник в 8 томах. Том 1. Книга 1. Капиллярный и измерительный контроль. М.: Машиностроение, 2008.

4. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник / Под ред. В. В. Клюева. М.: Машиностроение. 1986.

5. Прохоренко П.П., Мигун Н.П., Секерин А.М., Стойчева И. В. Капиллярный неразрушающий контроль: Контроля проникающими веществами. Минск: ИПФ,1998.

УДК 539.3

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПО ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ТРУБ

Студентка гр. 103819 Дивак В.Н.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

При проведении мониторинга технического состояния (ТС) сложных систем и агрегатов одной из наиболее актуальных является задача объективного своевременного обнаружения дефектов различной природы и организация контроля за развитием дефектов из-за старения элементов при эксплуатации.

Одним из путей предотвращения нежелательных последствий от эксплуатации изделий с дефектами является систематичное использование методов НК.

Неразрушающий контроль (НК) – контроль надежности и основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов, не требующий выведения объекта из работы либо его демонтажа. Роль трубопроводного транспорта в экономической системе для наиболее экономически выгодным способом доставки сырья является транспортировка с использованием трубопровода, что обуславливает особое внимание к вопросам их диагностики. Проблемы техногенной безопасности заслуживают постоянного внимания и усовершенствования средств и методов НК.

Основная часть химических, нефтехимических, водонапорных трубопроводов эксплуатируется в напряженных условиях, имеющих длительный период непрерывной работы, что в значительной степени определяет их эффективность. Ухудшение состояния труб сказывается на технических параметрах, приводит к нарушению режима эксплуатации, уменьшению выхода конечного продукта. Поэтому повышение надежности трубопровода необходимо для уменьшения затрат на обслуживание и ремонт, доставки продукции в полном объеме к потребителю.

Работоспособность оборудования и восстановление его основных технических характеристик достигаются в результате использования системы технического обслуживания. Получаемая информация при техническом обслуживании позволяет оценить возможность ремонта, выяснить причины образования дефекта и наметить мероприятия по предотвращению его появления.

Для оценки состояния труб, принятия обоснованного решения о выводе труб в ремонт, необходимо получить надежную и обоснованную оценку об остаточном ресурсе. Техническая диагностика проводится при помощи диагностического оборудования или диагностических программ

Современные методы неразрушающего контроля и средства диагностики трубопроводов, получили широкое развитие и распространение. Данные методы применяются при контроле различных дефектов, нарушения герметичности, контроле напряженного состояния, контроле сварных соединений, контроле протечек, выявление степени дефектности (размеры и характер дефекта) и др. параметров, ответственных за эксплуатационную надежность трубопрово-

дов. Для контроля многослойных труб используют такие методы как:

- Ультразвуковой контроль (УЗК). Суть ультразвукового метода заключается в излучении в изделие и последующем принятии отраженных ультразвуковых колебаний с помощью специального оборудования – ультразвукового дефектоскопа и пьезоэлектропреобразователей и дальнейшем анализе полученных данных с целью определения наличия дефектов, а также их эквивалентного размера, формы (объемный/плоскостной), вида (точечный/протяженный), глубины залегания и пр.

- Акустико–эмиссионный (АЭ) метод неразрушающего контроля основан на изучении и регистрации волн напряжений при быстрой локальной перестройке структуры напряженного материала и применяется для определения степени опасности обследуемого объекта в целом. Классическими источниками АЭ является процесс деформирования, связанный с ростом дефектов, например, трещины или зоны пластической деформации.

- Вихретоковый метод контроля основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля (ОК) этим полем. В качестве источника электромагнитного поля чаще всего используется индуктивная катушка (одна или несколько), называемая вихретоковым преобразователем (ВТП). Синусоидальный (или импульсный) ток, действующий в катушках ВТП, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электромагнитном объекте. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них ЭДС или изменяя их полное электрическое сопротивление.

Применение каждого из методов НК в каждом конкретном случае характеризуется вероятностью выявления дефектов. На вероятность выявления дефектов влияют чувствительность метода, а также условия проведения процедуры контроля. Определение вероятности выявления дефектов является достаточно сложной задачей, которая еще более усложняется, если для повышения достоверности определения дефектов приходится комбинировать методы контроля. Комбинирование методов подразумевает не только исполь-

зование нескольких методов, но и чередование их в определенной последовательности (технологии). Вместе с тем, стоимость применения метода контроля или их совокупности должна быть по возможности ниже. Таким образом, выбор стратегии применения методов контроля основывается на стремлении, с одной стороны, повысить вероятность выявления дефектов и, с другой стороны, снизить различные технико-экономические затраты на проведение контроля.

Литература

1. Адриан Поллок. Physical Acoustics Corporation (PAC). Авторская перепечатка из книги Металлы (METALS HANDBOOK), 9-ое издание, Т. 17, ASM. International. 1989.
2. С.С. Савицкий. Методы и средства неразрушающего контроля. Учебное пособие. М.: Машиностроение, 2012.
3. ГОСТ 53630-2009. Трубы напорные многослойные для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия.
4. Алешин Н.П. Повышение уровня сигнал-помеха при УЗК сварных соединений труб. М.: Машиностроение. 1975.

УДК 539.3

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА ЗАМКНУТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ

Студентка гр. 103819 Немкович И.С.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Под осесимметричными или просто симметричными оболочками понимаются оболочки, срединная поверхность которых представляет собой поверхность вращения. Примем, что нагрузка, действующая на такую оболочку, также обладает свойствами осевой симметрии.

Существенным упрощением расчета оболочек подобного типа является то обстоятельство, что производные от всех геометриче-

ских параметров, напряжений, усилий и деформаций, возникающих в оболочке, по полярному углу обращаются в нуль. При этом задача после принятия некоторых гипотез, оправдываемых тонкостенностью, становится одномерной, т. е. решается с использованием функции одного независимого переменного, например текущего радиуса, задача же о расчете несимметричных оболочек решается с использованием функции двух независимых переменных.

К схеме симметричной оболочки сводится решение многих практических задач. Сюда относится расчет безбалочных перекрытий, стенок баков, температурных компенсаторов и многие другие задачи.

Техническая теория тонкостенных оболочек основана на принятии тех же гипотез, что и теория пластин. При расчете оболочек принимают обычно гипотезу неизменности нормали и гипотезу ненадавливания слоев оболочки друг на друга [1].

Исследован замкнутый цилиндр постоянной толщины $h = 20$ мм и диаметром $d = 2000$ мм под воздействием внутреннего давления $p = 100$ МПа (т.к. данное давление $p = 100$ МПа $> 0,07$ МПа, то данный сосуд подвергается надзору «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»). При этом давлении найдены значения $\sigma_{\text{экр}}$. Для цилиндра у внутренней поверхности $\sigma_{\text{экр}} = 438821$ МПа, у внешней поверхности $\sigma_{\text{экр}} = 449379$ МПа. Для цилиндра в точках, достаточно удаленных от контура, $\sigma_{\text{экр}} = 50000$ МПа. Таким образом, вблизи контуров сопряжения цилиндра с плоскими днищами возникают весьма высокие, сравнительно с остальными частями цилиндра, напряжения. Численные расчеты напряжений показывают, что столь же высокие напряжения возникают и в центральной части плоского днища. При сравнительно малой нагрузке стенок рассматриваемая конструкция дает перегрузку днищ, что может привести к их выпучиванию с последующим раскрытием швов [2;3].

Конструкция, следовательно, является нерациональной с точки зрения восприятия внутреннего давления.

Более равномерное распределение напряжений дает сферическое днище. В центральной части сферы изгибные напряжения сказываются весьма слабо, для уменьшения же контурных моментов должен быть сделан плавный переход от цилиндра к сфере.

Для исследования качества материала конструкций цилиндрической формы используются неразрушающие методы контроля. К данной конструкции рекомендуется применить магнитный, капиллярный и ультразвуковой методы неразрушающего контроля. [4]

Магнитные МНК основаны на анализе взаимодействия контролируемого объекта с магнитным полем и применяются, как правило, для обнаружения внутренних и поверхностных дефектов объектов, изготовленных из ферромагнитных материалов.

К основным магнитным методам НК относят магнитопорошковый, феррозондовый, индукционный и магнитографический метод. Самым распространённым и надёжным среди МНК своего вида является магнитопорошковый – основанный на возникновении неоднородности магнитного поля над местом дефекта. Для реализации метода необходимо подготовить поверхность контролируемого объекта, намагнитить её и обработать магнитной суспензией. Металлические частицы, попавшие в неоднородное магнитное поле, возникшее над повреждением, притягиваются друг к другу и образуют цепочные структуры, выявляемые при осмотре деталей.

Капиллярные методы неразрушающего контроля основаны на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей (пенетрантов) в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя. Капиллярный НК предназначен для обнаружения невидимых или слабонаблюдаемых невооружённым глазом поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности. Этот вид контроля позволяет диагностировать объекты любых размеров и форм, изготовленные из черных и цветных металлов и сплавов, пластмасс, стекла, керамики, а также других твердых ферромагнитных материалов.

Ультразвуковая дефектоскопия – поиск дефектов в материале изделия ультразвуковым методом, то есть путём излучения и принятия ультразвуковых колебаний, отраженных от внутренних несплошностей (дефектов), и дальнейшего анализа их амплитуды, времени прихода, формы и других характеристик с помощью специального оборудования – ультразвукового дефектоскопа. Является

одним из самых распространенных методов неразрушающего контроля.

Принцип проведения контроля и измерений при помощи ультразвукового импульсного метода основан на том, что излучатель посылает в изделие ультразвуковые импульсы, а при встрече с преградой, например, с дефектом, часть энергии ультразвуковой волны отражается и возвращается обратно к излучателю. Приёмник ультразвуковых колебаний преобразует прошедшие через изделие ультразвуковые колебания в электрические, которые поступают на экран – основной индикатор дефектоскопа. Разрешающая способность акустического исследования определяется длиной используемой звуковой волны. Это ограничение накладывается тем фактом, что при размере препятствия меньше четверти длины волны, волна от него практически не отражается. Это определяет использование высокочастотных колебаний — ультразвука. С другой стороны, при повышении частоты колебаний быстро растет их затухание, что ограничивает доступную глубину контроля. Для контроля металла наиболее часто используются частоты от 0.5 до 10 МГц.

Литература

1. Общая теория оболочек. Власов В.З. Гостехиздат, 1949.
2. Соппротивление материалов: учебник / Подскребко М.Д. – Минск: Выш. шк., 2007.
3. Расчеты на прочность в машиностроении. Пономарев С.Д. и др., т.2. М.: Машиностроение, 1958.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Клюев В.В., Соснин Ф.Р. и др. – М.: Машиностроение, 2005.

УДК 539.3

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО НА ОАО “БЕЛАРУСЬКАЛИЙ”

Студентка гр. 103819 Томашева О.А.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Стальные канаты широко используются в различных отраслях человеческой деятельности. С их помощью транспортируют грузы, опускаются на большие глубины и поднимаются высоко в горы. Канаты удерживают ответственные элементы строительных конструкций, пролеты мостов, морские нефтедобывающие платформы, мачты антенн. Массово канаты используются в составе подъемных сооружений, таких как краны, лифты, канатные дороги, вышки, подъемники. В данной работе используется известная научная литература [1-4].

Канаты являются элементами конструкции грузоподъемных машин, и от их технического состояния непосредственно зависит техническая готовность этих механизмов к работе и безопасность эксплуатации.

Стальные канаты подвержены износу под воздействием агрессивных факторов окружающей среды (переменные влажность и температура, запыленность и т.д.) и таких условий эксплуатации, как трение и разного рода переменные механические нагрузки. В результате происходит накопление усталости металла проволок, возникают абразивный износ и коррозионные поражения, уменьшающие рабочую (по металлу) площадь поперечного сечения каната. Это приводит к снижению запаса прочности каната и к ускоренному его разрушению при нагрузке.

Стальной канат представляет собой гибкое витое изделие, состоящее из стальных проволок круглого или фасонного сечения и органического или металлического сердечника. Стальную канатную проволоку изготавливают из углеродистой горячекатаной проволоки (катанки) методом многократного холодного волочения с про-

межуточной термической и химической обработки для получения необходимой прочности. Сердечник каната служит опорой для прядей каната. Органический сердечник при этом является аккумулятором смазки для шахтных подъемных канатов двойной свивки. Он должен быть изготовлен из сизаля. Металлический сердечник должен изготавливаться из проволоки по ГОСТ 7372-79 [1].

Для оценки качества и прогнозирования остаточного ресурса стальных канатов проводят визуально-оптический метод контроля магнитную дефектоскопию.

Визуально-оптический (визуально-измерительный) контроль - это один из методов неразрушающего контроля оптического вида. Он основан на получении первичной информации о контролируемом объекте при визуальном наблюдении или с помощью оптических приборов и средств измерений.

При проведении визуально-оптического метода особое внимание обращают на участки каната:

- проходящие через подвижные, неподвижные и уравнительные блоки (особенно на тот отрезок, который попадает на подвижный блок в нагруженном состоянии);
- у заделки концов каната (с проверкой правильности установки зажимов);
- крепления на барабане, кабине и противовесе;
- подверженные истиранию от соприкосновения с выступающими частями подъемной установки и нагреву;
- внутреннюю часть на участках интенсивного износа, коррозии или обрывов проволок.

У заделки канаты осматриваются с целью обнаружения обрывов и коррозии проволок. Заделки в виде опрессованных втулок проверяются на наличие трещин в материале и проскальзывания каната во втулке. Для неподвижных канатов (типа вант или оттяжек) особое внимание необходимо обращать на участки каната с заделкой.

Клиновые втулки и зажимы следует проверять на наличие обрывов проволок вблизи заделки, плотность посадки клиньев и затяжки зажимов

Дефектоскопия позволяет избежать затрат на замену новых канатов при одновременном повышении достоверности данных о состоянии каната. Таким образом, целесообразна полная или частич-

ная замена повторных разрушающих испытаний канатов на КИС неразрушающим контролем с помощью дефектоскопов. Инструментальный контроль канатов с помощью современных дефектоскопов позволяет достаточно точно измерять потери сечения каната, а также определяют число обрывов проволок на шаге свивки как на поверхности, так и внутри каната.

Дефектоскопия включает: разработку методов и аппаратуру (дефектоскопы и др.); составление методик контроля; обработку показаний дефектоскопов.

Дефектоскопию стальных канатов выполняют одним из перечисленных ниже магнитных методов неразрушающего контроля:

- методом переменного магнитного поля с использованием индуктивных катушек в качестве измерительных датчиков;
- методом постоянного магнитного поля с использованием индуктивных катушек и/или датчиков Холла в качестве измерительных датчиков.

Магнитная дефектоскопия основана на исследовании искажений магнитного поля, возникающих в местах дефектов в изделиях из ферромагнитных материалов. Индикатором может служить магнитный порошок (закись-окись железа) или его суспензия в масле с дисперсностью частиц 5—10 мкм. При намагничивании изделия порошок оседает в местах расположения дефектов (метод магнитного порошка). Поле рассеяния можно фиксировать на магнитной ленте, которую накладывают на исследуемый участок намагниченного изделия (магнитографический метод). Используют также малогабаритные датчики (феррозонды), которые при движении по изделию в месте дефекта указывают на изменения импульса тока, регистрирующиеся на экране осциллографа (феррозондовый метод).

Магнитные дефектоскопы позволяют обнаружить дефекты таких как: потеря сечения, обрывы наружных и внутренних проволок (прядей), стального сердечника, изменения структуры и прочности стали, как наружные, так и внутренние, а также измерить с необходимой точностью потерю сечения в любом месте каната. Скорость контроля может достигать 2 м/с.

В настоящее время накоплен значительный опыт применения приборов ИНТРОС [3] на шахтных подъемах в горнорудной промышленности РБ, в частности на ОАО "Беларуськалий". Периодич-

ность дефектоскопического обследования канатов определяется техническими требованиями. В отдельных случаях назначаются частые проверки, исходя из срока службы и технического состояния каната. Дефектоскопия позволяет не только своевременно заменять износившиеся канаты, но и продлевать предельный срок службы тех, которые признаны годными по результатам контроля.

На предприятии ОАО «Беларуськалий» используются дефектоскопы типа ИНТРОС, которые реализуют магнитный метод неразрушающего контроля. Канат намагничивается вдоль оси, и измеряются поля рассеяния над поверхностью каната, вызванные дефектами.

Дефектоскоп ИНТРОС позволяет осуществлять оперативный контроль, т.е. получать значительный объем информации с ЭБ непосредственно в процессе контроля каната. В этом режиме можно определить максимальное значение потери сечения, максимальный локальный дефект и максимальную плотность ЛД на уже проконтролированном участке, а также координаты мест, где они обнаружены. И все же, наиболее полную информацию о состоянии каната можно получить, анализируя дефектограмму каната на компьютере с помощью специально разработанной программы WINTROS.

Итогом своевременной оценке качества и прогнозирования ресурса работы канатов грузоподъемного оборудования, используемые на ОАО «Беларуськалий» является то, что:

- снижаются эксплуатационные затраты предприятия, увеличивается прибыль, повышается безопасность труда, охрана окружающей среды, качество продукции и сокращаются отходы. Эффективность производства в целом возрастает на 2...10%.

- снижаются расходы на замену канатов за счет увеличения сроков их эксплуатации. В результате проведения мониторинга технического состояния стальных канатов внеплановый объем работ, вызванный чрезвычайными ситуациями, обычно не превышает 5% от общего объема работ, а время простоя оборудования составляет не более 3% от времени, затраченного на техническое обслуживание. Это позволяет сократить затраты на обслуживание не менее, чем на треть.

Литература

1. ГОСТ 3241- 91 Канаты стальные. Технические условия.
2. НК и диагностика стальных канатов: приборы, методики, эффективность. В мире НК, №2, 2006г.
3. Зубрилов А.Н. Опыт применения дефектоскопа «ИНТРОС». – Безопасность труда в промышленности, № 7, 1999.
4. Правила технической безопасности при разработке подземным способом соляных месторождений Республики Беларусь.

УДК 539.3

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА

Студент гр. 103819 Франков Н.В.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В процессе эксплуатации кранов происходят их повреждения, вызывающие большие материальные потери. С целью предотвращения повреждений различных элементов кранов необходима разработка и внедрение неразрушающих методов контроля, позволяющих своевременно выявить зоны концентрации напряжений (ЗКН), являющиеся источниками развития повреждений.

Известно, что под действием эксплуатационных нагрузок работа металла в наиболее нагруженных элементах кранов в основном определяется сдвиговой деформацией в ЗКН. При этом накопление усталостной повреждаемости металла с образованием трещин во многих случаях происходит в условиях мало и многоциклового рабочей нагрузки. Очевидно, что традиционные методы неразрушающего контроля (ультразвуковая диагностика, магнитопорошковая дефектоскопия, рентген) направленные по своему назначению на поиск уже развитых дефектов, принципиально не могут предотвратить внезапные усталостные повреждения. В ходе промышленных исследований установлено, что только методы диагностики напря-

женно-деформированного состояния могут ответить на поставленные вопросы, и являются наиболее пригодными для практики.

Основными источниками возникновения повреждений в работающих конструкциях являются зоны концентрации напряжений (КН), в которых процессы коррозии, усталости и ползучести развиваются наиболее интенсивно. Следовательно, определение зон КН является одной из важнейших задач диагностики оборудования и конструкций.

Процессами, предшествующими эксплуатационному повреждению, являются изменения свойств металла (коррозия, усталость, ползучесть) в зонах концентрации напряжений. Соответственно, изменяется намагниченность металла, отражающая фактическое напряжённо-деформированное состояние трубопроводов, оборудования и конструкций.

В настоящее время разработан и успешно внедряется на практике принципиально новый метод диагностики оборудования и конструкций, основанный на использовании магнитной памяти металла (МПМ) [1–10]. МПМ объединяет потенциальные возможности неразрушающего контроля (НК) и механики разрушений, вследствие чего, имеет ряд существенных преимуществ перед другими методами при контроле промышленных объектов.

Основные практические преимущества нового метода диагностики, по сравнению с известными магнитными и другими традиционными методами неразрушающего контроля (НК), следующие:

- применение метода не требует специальных намагничивающих устройств, так как используется явление намагничивания узлов оборудования и конструкций в процессе их работы;
- места концентрации напряжений от рабочих нагрузок, заранее не известные, определяются в процессе их контроля;
- зачистки металла и другой какой-либо подготовки контролируемой поверхности не требуется;
- для выполнения контроля по предлагаемому методу используются приборы, имеющие малые габариты, автономное питание и регистрирующие устройства;
- специальные сканирующие устройства позволяют контролировать трубопроводы, сосуды, оборудование в режиме экспресс - контроля со скоростью 100 м/час и более.

Метод МПМ является наиболее пригодным для практики методом НК при оценке фактического напряженно – деформированного состояния. Поэтому использование нового метода диагностики наиболее эффективно для ресурсной оценки узлов оборудования.

Основная задача метода – определение на объекте контроля наиболее опасных участков и узлов, характеризующихся зонами КН. Затем, с использованием, например, УЗД в зонах КН определяется наличие конкретного дефекта. На основе поверочного расчёта на прочность наиболее напряжённых узлов, выявленных методом МПМ, выполняется оценка реального ресурса оборудования.

Кроме того, метод МПМ и соответствующие приборы контроля позволяют выполнять раннюю диагностику усталостных повреждений и прогнозировать надёжность оборудования, документировать результаты контроля и составлять банк данных о состоянии оборудования, осуществлять экспресс-сортировку новых и старых деталей по их предрасположенности к повреждениям, определять на объекте контроля с точностью до 1мм место и направление развития будущей трещины, фиксировать уже образовавшиеся трещины, контролировать трубопроводы, сосуды без снятия изоляции.

Литература

1. Дубов А.А., Колокольников С.М. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля. Учебное пособие. М.: ЗАО "ТИССО", 2003.
2. Власов В.Т., Дубов А.А. Физические основы метода магнитной памяти металла. М.: ЗАО "ТИССО", 2004. 424 с.
3. Дубов А.А. А.С. 2029263. Патент России и стран СНГ. Способ определения остаточных напряжений в изделиях из ферромагнитных материалов. Бюллетень изобретений, №5, 1995.
4. Дубов А.А., Маннанов Т.Г., Хафизов Ф.М. Краны Грузоподъёмные. Контроль Неразрушающий. РД ИКЦ «Диагностика» 05-112-2005.
5. Дубов А.А. Исследование свойств металла с использованием метода магнитной памяти // Металловедение и термическая обработка металлов, №9, 1997.

6. Дубов А.А. Экспресс-метод контроля сварочных напряжений // Сварочное производство, №11, 1996.
7. Дубов А.А. Диагностика усталостных повреждений рельс с использованием магнитной памяти металла // В мире неразрушающего контроля, №5, 1999.
8. Горицкий В.М., Дубов А.А., Дёмин Е.А. Исследование структурной повреждённости стальных образцов с использованием метода магнитной памяти металла // Контроль. Диагностика, №7, 2000.
9. Дубов А.А. Проблемы оценки ресурса стареющего оборудования // Безопасность труда в промышленности, №12, 2002. С.30-38.
10. Дубов А.А. Способ определения предельного состояния металла и оценки ресурса оборудования по магнитным диагностическим параметрам // Контроль. Диагностика, №5, 2003.

УДК 539.3

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ПОЛИМЕРНО-ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ

Студентка гр. 103819 Шаркова Ю.В.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Древесно-полимерный композит – состав, содержащий полимер химического или натурального происхождения и древесный наполнитель, модифицированный, как правило, химическими добавками.

Производство древесно-полимерных композитов осуществляется в два этапа. Первичное сырьё – полимер, древесная мука и комплекс добавок совмещаются в процессе, называемом компаундирование, при этом происходит равномерное распределение древесины и добавок в расплаве полимера. В результате получают гранулы древесно-полимерного композита, которые затем перерабатываются в изделие.

Полимерные материалы являются полноценными заменителями цветных и черных металлов. Полимеры занимают одно из ведущих мест среди конструкционных материалов для машиностроения, автомобилестроения и других отраслей промышленности. Целесообразность использования полимеров в машиностроении определяет

ся возможность удешевления продукции, легкостью обработки. А также малой теплопроводностью и низким коэффициентом температурного расширения.

В работе особое внимание уделено исследованию параметров процесса прессования, параметров внутреннего и внешнего трения, распределения давлений в рабочей зоне, определению связи между величинами давлений реального и идеального процессов прессования, а также расчету работы прессования.

Для некоторых полимерно-композиционных материалов прочность преимущественно определяется прочностью полимерной матрицы.

Полиэфирные, эпоксидные, фенольные и другие термореактивные смолы, наиболее часто используемые в качестве матричных материалов для полимерно-композиционных материалов, представляют собой густо сетчатые, пространственно-сшитые двухфазные вещества. Введение в них жестких дисперсных частиц наполнителя приводит чаще всего к снижению разрушающих напряжений при изгибе и растяжении и повышению модуля упругости, предела текучести и прочности при сжатии и сдвиге.

На прочность композитов оказывает значительное влияние дисперсность наполнителя. В ряде случаев для повышения прочности полимерно-композитных материалов дисперсность имеет большее значение, чем химическая природа наполнителя или модификация его поверхности. Если прочность композита снижается под влиянием наполнителя, то зачастую это снижение удастся уменьшить или полностью компенсировать повышением дисперсности.

При взаимодействии трещины с частицами, соизмеряемыми со структурными единицами матрицы, они неспособны создавать протяженные зоны влияния в матрице и тем самым искривлять и увеличивать длину трещины. Однако чрезмерно высокая дисперсность наполнителя нежелательна также потому, что при этом повышается его склонность к агрегированию в сухом виде.

Малые зазоры между частицами препятствуют затеканию полимерного связующего внутрь агрегатов. Для увеличения прочности композита необходима эффективная передача внешнего усилия на все частицы наполнителя через границу раздела фаз.

В древесно-полимерных композитах могут возникать следующие дефекты: трещины, вмятины, изменения размеров и геометрических форм, раковины, коробление свыше 0,5 % габаритных размеров, следы от пресс-форм.

Для контроля состояния изделий из полимерно-древесных композитов были подобраны методы неразрушающего контроля: ультразвуковой и капиллярный.

Литература

1. Крыжановский В.К., Кербер М.Л., Бурлов В.В., Паниматченко Л.А. Производство изделий из полимерных материалов: Учеб. пособие СПб.: Профессия, 2004.

2. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров: Учеб. для хим.-технолог. вузов.-4-е изд., перераб. и доп.-М.: Издательство «Лабиринт», 1994..

3. Исследование физико-механических свойств полимеров и полимерных композитов: Лабораторные работы / Авт.-сост.: А.Г. Воронков, В.П. Ярцев. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004.

4. Огневой В.Я. Прессование порошков, пластмасс и композитов: Учеб. пособие. Изд. 2-е, переработанное и дополненное - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010.

5. Н. И. Кашубский, А. А. Сельский, А. Ю. Смолин, А. А. Кузнецов, В. И. Афанасов. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Методы неразрушающего контроля» ГОУ ВПО Сибирский федеральный университет. – Красноярск: СФУ. 2007.

УДК 539.3

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАТЯНУТОГО СТАЛЬНОГО ТРОСА С ОЦЕНКОЙ КАЧЕСТВА ЕГО МАТЕРИАЛА

Студентка гр. 103819 Шишко М.А.

Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Стальные тросы широко используются в различных отраслях человеческой деятельности. С их помощью транспортируют грузы, опускаются на большие глубины и поднимаются высоко в горы. Канаты удерживают ответственные элементы строительных конструкций, пролеты мостов, морские нефтедобывающие платформы, мачты антенн. Массово тросы используются в составе подъемных сооружений, таких как краны, лифты, канатные дороги. Также характерным примером применения являются линии воздушных электропередач, провода телеграфных сетей, кабели, подвешенные между двумя неподвижными опорами, и др.

Элементы конструкций, которые используются в качестве канатов и тросов по своим свойствам приближаются к гибким нитям. Гибкой нитью называется тело постоянного поперечного сечения, у которого длина на несколько порядков больше поперечного размера (диаметра). Вследствие большой длины нити способны сопротивляться только растяжению и не могут работать при других видах нагружения: изгибе, сжатии, кручении. Следовательно, единственной внутренней силой в поперечных сечениях нити будут нормальная растягивающая сила. Отсюда происходит название нити – гибкая.

Рассмотрим пологую нить с точками подвеса, расположенными на одном уровне, принимая нагрузку p равномерно распределенной по длине горизонтальной проекции l нити (рис. 1, *a*). Выделим элемент нити OD и рассмотрим его равновесие как равновесие свободного тела (рис. 1, *б*).

Обозначим провисание нити на расстоянии x от начала координат через y .

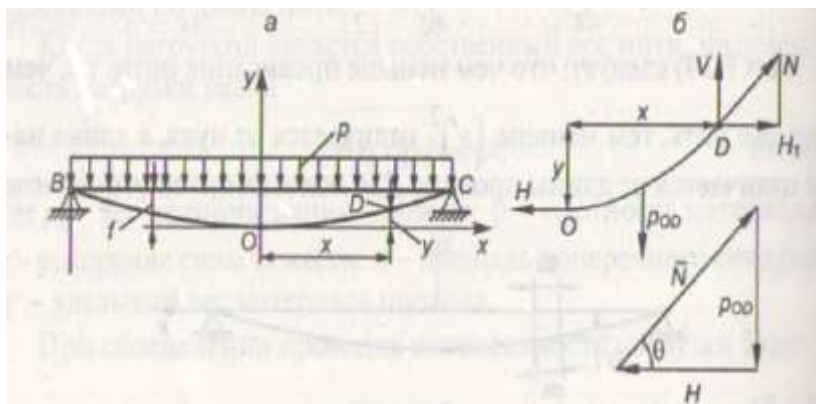


Рис. 1. Равновесное состояние элемента гибкой нити

Элемент нити OD находится в равновесии под действием вертикальной силы p_{OD} , представляющей равнодействующую распределенной нагрузки на участке x и растягивающих усилий H и N , направленных по касательной к кривой провисания. Три силы H , p_{OD} , N образуют замкнутый треугольник, из которого следует, что

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{p_{OD}}{H}. \quad (1)$$

С другой стороны,

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{dx}{dy}. \quad (2)$$

Приравнявая (1) к (2) и учитывая, что $p_{OD} = p \cdot x$, получаем дифференциальное уравнение нити в виде

$$\frac{dx}{dy} = \frac{p \cdot x}{H}. \quad (3)$$

Раскладывая усилие N в точке D на составляющие V и H_1 , из уравнения проекций на ось x , найдем

$$H = H_1 . \quad (4)$$

Таким образом, горизонтальная составляющая растягивающего усилия в любом поперечном сечении нити равна усилию в точке O .

Интегрируя (3) и принимая во внимания, что усилие H не зависит от координаты x и одинаково во всех сечениях нити, а значит,

$\frac{P}{H} = const$, получим

$$y = \frac{P}{2H} x^2 + C . \quad (5)$$

Так как при $x=0$, $y=0$, то произвольная интегрирования $C=0$ и уравнение (3) имеет вид

$$y = \frac{P}{2H} x^2 . \quad (6)$$

Таким образом, при равномерном распределении нагрузки вдоль пролета кривая провисания нити представляет собой участок параболы с вертикальной осью[1].

Усилие H называется горизонтальным натяжением нити. Из силового треугольника (рис. 1) нормальная сила в произвольном сечении нити равна

$$N = \sqrt{H^2 + (px)^2} . \quad (7)$$

Из (7) следует, что наименьшее значение растягивающая нормальная сила N имеет в нижней точке O (при $x=0$), а наибольшее – в сечении подвеса нити (при $x = \pm l/2$).

Подставляя в (6) значение $x = l/2$, получим

$$y_{\max} = f = \frac{p}{2H} \left(\frac{l}{2} \right)^2 = \frac{pl^2}{8H}. \quad (8)$$

Откуда горизонтальное натяжение нити

$$H = \frac{pl^2}{8f}. \quad (9)$$

Наибольшее значение растягивающей нормальной силы N_{\max} определяем по формуле (5)

$$N = \sqrt{H^2 + \frac{p^2 l^2}{4}} = \sqrt{\frac{p^2 l^2}{64f} + \frac{p^2 l^2}{4}} = \frac{pl^2}{8f} \sqrt{\frac{16f^2}{l^2} + 1} = H \sqrt{\frac{16f^2}{l^2} + 1}. \quad (10)$$

Для пологих нитей различие между максимальным и минимальным значениями растягивающего усилия невелико и как показывают расчеты, не превышает 3%.

Отсюда с достаточной для практики точностью можно считать растягивающее усилие в нити постоянным, равным величине горизонтального натяжения H . По величине H производится расчет нити на прочность.

Условие прочности для нити запишется в виде

$$\sigma = \frac{pl^2}{8fA} \leq [\sigma], \quad (11)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение на растяжение нити.

В зависимости от условий, в которых эксплуатируются стальные тросы, они подвергаются различным видам износа. В процессе эксплуатации они истирается снаружи и изнутри, его проволоки ржавеют, статические и динамические нагрузки вызывают обрывы проволок и прядей. По мере появления этих дефектов прочность каната уменьшается, а риск его эксплуатации увеличивается. Поскольку канаты не подлежат ремонту, установлены предельные нормы бра-

ковки, при достижении которых канат подлежит замене. Критерии и нормы браковки канатов можно разделить на качественные и количественные. К первым относятся: деформации разных типов, повреждения в результате температурного воздействия или электрического дугового разряда, обрыв пряди или сердечника. Количественные критерии (нормы) браковки включают в себя: изменение диаметра каната, поверхностный и внутренний абразивный износ и/или коррозия проволок, уменьшение площади поперечного сечения каната по металлу, количество обрывов наружных и внутренних проволок на определенной длине.

При проверке канатов используют визуальный и магнитные методы неразрушающего контроля. Визуально определяются деформации и нарушения конструкции каната, наличие наружных обрывов проволок, видимых следов температурных воздействий, коррозии и абразивного износа наружных проволок. Очевидно, что визуальный метод контроля субъективен и позволяет определить состояние каната только относительно качественных критериев. Возможности визуального контроля существенно ограничены. С его помощью невозможно обнаружить внутренние обрывы проволок, измерить относительную потерю сечения. Далеко не всегда в процессе визуального контроля можно обнаружить дефекты даже на поверхности каната: канат обычно трудно осмотреть со всех сторон в движении, взгляд оператора «замыливается», и распознать обрыв нелегко. Тем не менее, визуальный контроль дает важную информацию о состоянии каната, а его применение в дополнение к неразрушающему контролю с помощью специальных дефектоскопов значительно повышает достоверность информации о техническом состоянии каната.

Количественные критерии применяют при использовании измерительных инструментов контроля. Так, диаметр канатов и отдельных проволок измеряется инструментами для линейных измерений (штангенциркулем, микрометром)

Для проверки площади поперечного сечения канатов по стали и определения количества обрывов проволок на единицу длины применяется магнитная дефектоскопия канатов по всей доступной контролю длине. Метод магнитной дефектоскопии позволяет получить объективные и документированные данные о потере сечения кана-

та. Неразрушающий контроль стальных канатов выполняют специальными приборами (дефектоскопами) с использованием переменного или постоянного магнитного поля.

При использовании переменного магнитного поля магнитный поток вдоль продольной оси участка контролируемого каната создают посредством возбуждающей индуктивной катушки с переменным током, охватывающей канат. Измерительная катушка также охватывает канат и в ней индуцируется ЭДС, зависящая от площади поперечного сечения каната по металлу. Метод переменного магнитного поля используют, как правило, только для измерения потери сечения каната. Применение приборов с использованием переменного магнитного поля для контроля канатов неэффективно как по причине неудобства использования, так и из-за невозможности обнаруживать локальных дефектов, что очень важно в данном случае.

Метод постоянного магнитного поля используют для измерения потери сечения каната и обнаружения локальных дефектов. Постоянный магнитный поток вдоль продольной оси участка контролируемого каната создают постоянными магнитами или электромагнитами постоянного тока. Общий магнитный поток, создаваемый постоянными магнитами или электромагнитом (часть этого потока), измеряют датчиками Холла либо другими датчиками, пригодными для измерения абсолютного значения магнитного потока или изменений этого потока. Сигнал датчиков зависит от магнитного потока, проходящего через участок контролируемого каната и, следовательно, от поперечного сечения этого участка по металлу.

Локальные дефекты каната, например обрывы проволок, создают вблизи себя магнитные потоки рассеяния, которые регистрируются датчиками Холла, катушками или другими магниточувствительными элементами. Датчик Холла (пластина Холла, рис. 2, *a*) представляет собой прямоугольную пластину из полупроводникового материала (например, арсенида галлия). Преобразователи Холла работают по принципу возникновения ЭДС в результате искривления пути носителей тока в металлах и полупроводниках, находящихся в магнитном поле под действием силы Лоренца [2].

В направлении А–В течет постоянный ток I (управляющий ток). Эффект Холла состоит в том, что при попадании в пластину ло-

кального магнитного поля в ней происходит искривление пути носителей электрических зарядов (т.е. траектории управляющего тока), что вызывает образование разности потенциалов между гранями С и D, т.е. возникновение электродвижущей силы E в цепи индикатора (рис. 2, б). Объект перемещается относительно такой головки, и в случае попадания под нее дефекта на выводах пластины Холла возникает импульс ЭДС, регистрируемый прибором [3].

Сигналы датчиков зависят не только от размеров локальных дефектов, но и от их типа и положения, поэтому определить количественно параметры дефектов обычно затруднительно. Качественный анализ полученной информации о локальных дефектах выполняют по дефектограммам на основании накопленного опыта.

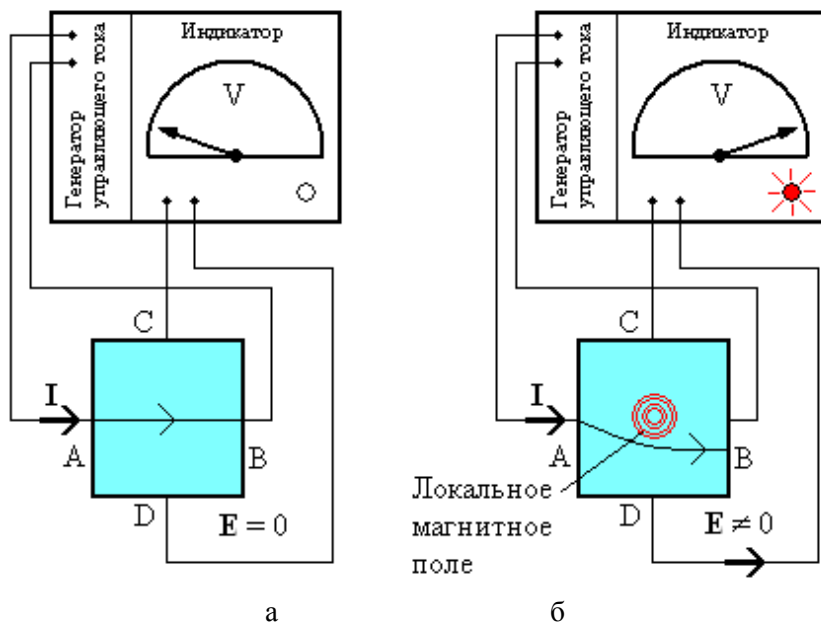


Рис. 2. Принцип действия пластины Холла
 а – магнитное воздействие отсутствует;
 б – влияние локального магнитного поля

Литература

1. Соппротивление материалов: учебник / Подскребко М.Д. – Минск: Выш. шк., 2007.
2. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Клюев В.В., Соснин Ф.Р. и др. – М.: Машиностроение, 2005.
3. НК и диагностика стальных канатов: приборы, методики, эффективность. В мире НК. №1. 2006.

УДК 621.01

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ПЛАСТИНКИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Студент гр. 103012-12 Кот П.И.

Научный руководитель – ст. преп. Луцко Н.Я.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

При выполнении студенческой научно-исследовательской работы был создан программно-вычислительный комплекс, позволяющий исследовать характер колебаний пластинки в магнитном поле.

На пружине с коэффициентом жесткости c , подвешены магнитный стержень массы m_1 , проходящий через соленоид, и медная пластинка массы m_2 , проходящая между полюсами магнита. По соленоиду течет ток $I(t)$, который развивает силу взаимодействия с магнитным стержнем $F(I)$. Сила торможения медной пластинки вследствие вихревых токов равна

$$F = kv\Phi^2, \quad (1)$$

где k – коэффициент силы торможения,

Φ – магнитный поток,

v – скорость пластинки.

Движение груза описывается дифференциальным уравнением

$$m\ddot{x} = mg - F_{\text{упр}} - F_C + F(I). \quad (2)$$

После преобразования уравнения и с учетом начальных условий построена математическая модель исследуемого процесса в виде задачи Коши

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = v \\ \frac{dv}{dt} = -2nv - k^2 x + h \sin(pt) \\ t(0) = 0 \\ v(0) = 0 \\ x(0) = \lambda_{cm} \end{array} \right. .$$

Для ее решения использовался метод Эйлера, был построен математический аппарат для получения зависимостей $x(t)$ и $v(t)$ и разработан программно-вычислительный комплекс (рис. 1).

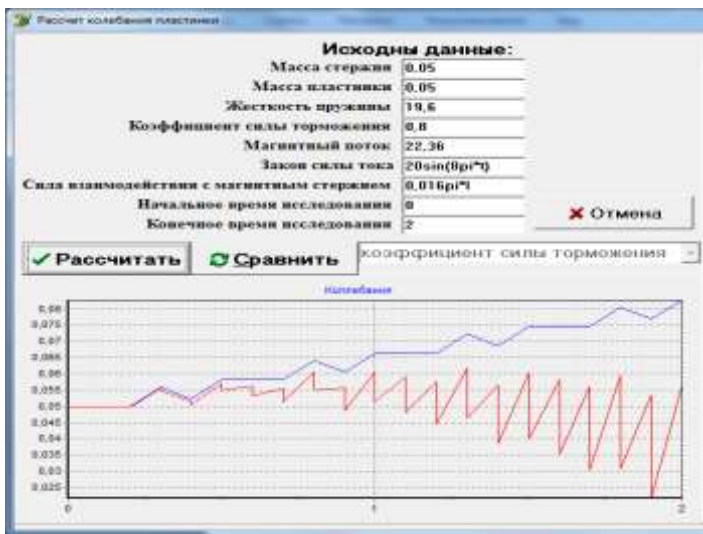


Рис. 1. Результаты вычислений по программе

Программно-вычислительный комплекс, созданный в интегрированной среде разработки Delphi 7, позволил автоматизировать вычислительные процессы и визуально отображать законы колебаний пластинки при различных значениях исходных данных.

Представленное на рис. 1 основное окно комплекса показывает результат одного из проведенных исследований.

Построенный инструментальный комплекс предполагается использовать при выполнении лабораторных работ по техническим дисциплинам, связанным с исследованием колебаний механических систем. Анализ влияния различных параметров на протекание процессов и поиск оптимального варианта способствует формированию инженерного мышления студентов.

Литература

1. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие для техн. вузов / Яблонский А. А., Норейко С. С, Вольфсон С. А. и др.; Под ред. А. А. Яблонского. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1985. - 367 с.

2. Архангельский, А. Я. Программирование в Delhi 7 / А. Я. Архангельский. — М.: Бином, 2003.

УДК 621.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЛЫЖНИКА ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

Студент гр. 103015-12 Бабина С.С.

Научный руководитель – ст. преп. Луцко Н.Я.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Цель работы состояла в проведении исследований, позволяющих: 1) реализовать математическую модель решения задачи в табличном процессоре Excel и в виде пользовательской программы на изучаемом алгоритмическом языке Паскаль; 2) выявить оптимальные значения исходных данных, обеспечивающих устойчивую сходимость вычислительного аппарата; 3) определить численные значения параметров исследуемого технического процесса.

В качестве тестовой использовалась задача движения ложка вниз по наклонной плоскости под действием сил тяжести и сопротивления. Математическая модель процесса получена из 2-го закона Ньютона и имеет вид

$$m\ddot{x} = mg \sin \alpha - fg \cos \alpha .$$

В результате математических преобразований дифференциальное уравнение 2-го порядка было приведено к задаче Коши, содержащей два дифференциальных уравнения первого порядка и начальные условия. Для ее решения использовался метод Эйлера, реализованный соответствующим набором формул.

Реализация математической модели в текстовом процессоре Excel при использовании примерно 100 итераций не позволили вычислительному процессу достигнуть устойчивости. Использование пользовательской программы дало возможность провести серию из 10 вычислительных экспериментов и достичь требуемой точности параметров при 1690 итерациях.

При выявленном значении $\Delta t = 0,002$ с построены зависимости $x(t)$ и $v(t)$.

Литература

1. Шпак, Ю. А. Turbo Pascal 7.0 на примерах. – Киев : Юниор, 2003.

УДК 621.01

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЗВЕНЬЯ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА

студент гр. 103911 Шашко А.Е.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Авсиевич А.М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Надежность и долговечность машин и механизмов в значительной мере зависит от работы тех кинематических пар, в которых трение существенно влияет на процесс изнашивания их контакти-

рующих поверхностей. В связи с этим для проектирования оптимальной с точки зрения эксплуатационных показателей машины весьма актуальным является рациональный выбор геометрических параметров, материалов кинематических пар и смазки с учетом износа их элементов. Для правильного выбора материалов, мест подвода смазки и расчета на износостойкость важно знать форму и площадь поверхности трения и распределение износа.

Нами была создана программа позволяющая рассчитать величины сил реакций между звеньями и их направления в неподвижной системе координат, а так же углы направления сил относительно подвижных звеньев кривошипно-ползунного механизма в 4-тактном двигателе. Программа (рис. 1) имеет возможность загрузки данных и сохранения сил (в сохранённом файле содержится угол поворота кривошипа, вычисленная сила и угол силы в неподвижной системе координат), а также построение графика.

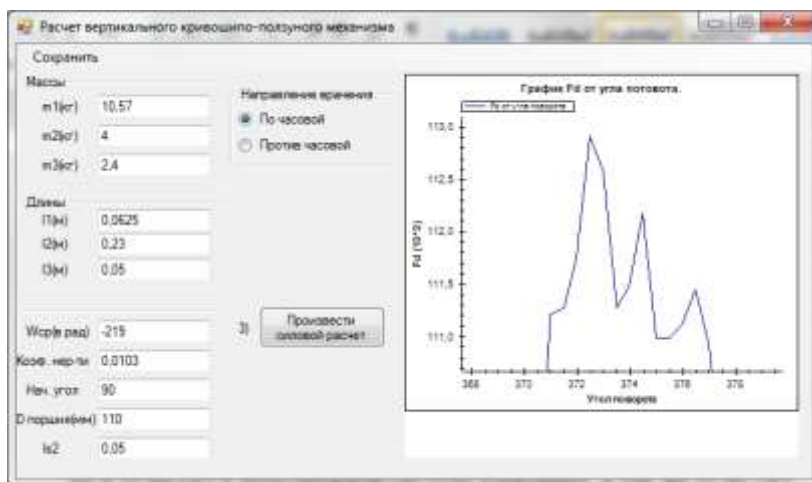


Рис. 1. Главное окно программы

Для вычисления сил, а далее получения углов относительно подвижных звеньев использовались следующие формулы [1]

$$\begin{aligned}
 R_{21}^{X_2} &= R_{21}^{X_0} \cos \varphi_2 + R_{21}^{Y_0} \sin \varphi_2, \\
 R_{21}^{Y_2} &= -R_{21}^{X_0} \sin \varphi_2 + R_{21}^{Y_0} \cos \varphi_2, \\
 R_{23}^{X_2} &= R_{23}^{X_0} \cos \varphi_2 + R_{23}^{Y_0} \sin \varphi_2, \\
 R_{23}^{Y_2} &= -R_{23}^{X_0} \sin \varphi_2 + R_{23}^{Y_0} \cos \varphi_2.
 \end{aligned}$$

Тогда углы наклона векторов \bar{R}_{21} и \bar{R}_{23} по отношению к оси X_2 (рис. 2) определяются на основании следующих выражений

$$\begin{aligned}
 \cos \varphi_{R_{21}} &= \frac{R_{21}^{X_2}}{R_{21}}, & \sin \varphi_{R_{21}} &= \frac{R_{21}^{Y_2}}{R_{21}}; \\
 \cos \varphi_{R_{23}} &= \frac{R_{23}^{X_2}}{R_{23}}, & \sin \varphi_{R_{23}} &= \frac{R_{23}^{Y_2}}{R_{23}}.
 \end{aligned}$$

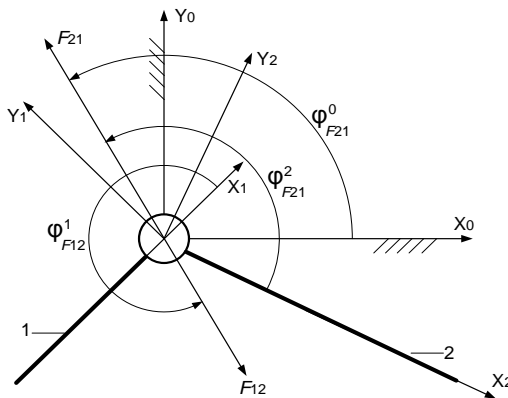


Рис. 2 Схема для расчета сил относительно подвижных звеньев

В программе нами создан алгоритм определения угла относительно подвижных звеньев механизма, учитывающий особенности

работы операторов вычисления в программе C#. Алгоритм работает следующим образом:

По заранее рассчитанным косинусам и синусам идет определение четверти, а за тем и определения самого угла.

Если косинус и синус больше 0, то это 1-я четверть и угол определяется по формуле

$$\varphi = \arccos(\varphi_{R_{23}}) \cdot 3,14/180.$$

Если косинус меньше 0, а синус больше 0, то это 2-я четверть и угол определяется по той же формуле.

Если косинус и синус меньше 0, то это 3-я четверть и угол определяется по формуле

$$\varphi = 180 + (180 - \arccos(\varphi_{R_{23}})) \cdot 3,14/180.$$

Если косинус больше 0, а синус меньше 0, то это 4-я четверть и угол определяется по формуле

$$\varphi = 360 - \arccos(\varphi_{R_{23}}) \cdot 3,14/180.$$

Литература

1. Анципорович П.П., Акулич В.К., Дубовская Е.М. К вопросу об определении износа во вращательных кинематических парах рычажных механизмов // Теоретическая и прикладная механика. Межведомственный сборник научно-методических статей. Вып. 23. – Мн: БНТУ, 2008 – С. 178 – 181.

УДК 60.001.11:531.8(076.5)

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ДАННЫХ ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Студент гр. 103919 Иванов А.Ю.

Научные руководители – канд. техн. наук Кудин В.В.,

канд. техн. наук Авсиевич А.М.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Виброакустическое воздействие среды на объект виброзащиты получают измерениями возмущающей силы, виброперемещения, виброскорости, виброускорения месте где располагается или предполагается расположение защищаемого объекта. При этом возникает потребность в наличии инструментов и методик обработки массива значений измеренных параметров. Для эффективной обработки результатов измерений на основе рекомендаций [1,2] создана специальная компьютерная программа.

Массив значений измеренных величин в табличном виде записывается в исходный файл. Время задаётся в возрастающем порядке и может не иметь равный шаг. Далее на основе введённых данных проводим интерполяцию, что позволит увеличить точность аппроксимации. Для определения шага интерполяции по времени выбираем минимальный промежуток между значениями времени. В случаи неравномерного задания по времени, это позволит получить массив точек, в котором найдётся такая точка, где значение будет приблизительно равно или равно значению времени из экспериментального массива. Коэффициент интерполяции имеет оптимальное значение от 4 до 10. Выбор коэффициента определяется в зависимости от необходимого вида функции. При его уменьшении график функции имеет более плавные перегибы, но в большей степени отличается от графика функции экспериментального массива (рис. 1).

Интерполяцию проводим, используя уравнения прямой

$$y = a \cdot x + b \quad (1)$$

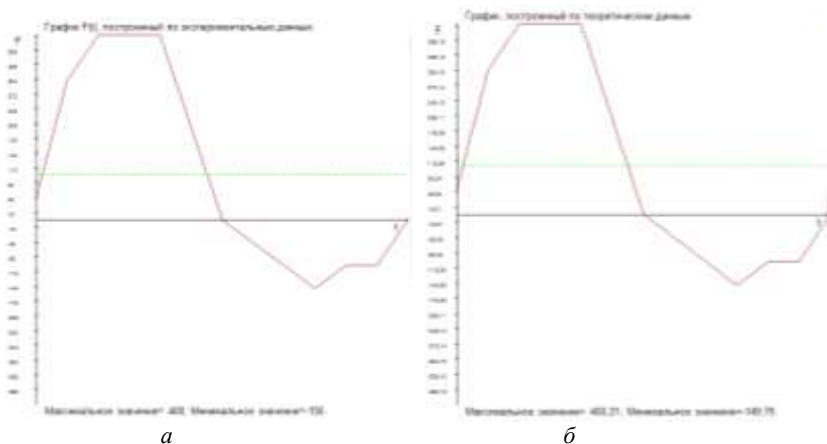


Рис. 1. Графики функции:
 а – построенный по экспериментальным данным;
 б – интерполированной функции при коэффициенте интерполяции 10

Зная координаты точки $A(x_1, y_1)$ и $B(x_2, y_2)$ через которые проходит прямая, можно составить систему из двух уравнений, для определения коэффициентов a и b

$$\begin{cases} y_1 = a \cdot x_1 + b \\ y_2 = a \cdot x_2 + b \end{cases} \quad (2)$$

Из системы получаем уравнения для нахождения коэффициентов прямой

$$a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \quad , \quad (3)$$

$$b = y_1 - a \cdot x_1 = y_2 - a \cdot x_2 \quad . \quad (4)$$

За y принимаем измеренный параметр, за x – время. Первым этапом интерполяции будет нахождение уравнений прямых. На втором этапе используя полученный шаг интерполяции по времени, найдем все новые значения времени. На последнем этапе найдём все новые

значения y_i^* . Для реализации описанного алгоритма интерполяции создана программа на языке С#.

Теперь, имея массив с интерполированными значениями, переходим к аппроксимации, используя тригонометрический ряд Фурье. Экспериментально было доказано, что оптимальное число гармоник равно половине количества значений.

Реализация алгоритма разложения в ряд Фурье также осуществляется разработанной компьютерной программой.

Выполненные исследования массива значений параметров вибрационного воздействия на объект виброзащиты позволяют представить это воздействие в виде суммы гармоник, количество которых ограничивается спектром собственных частот и условиями эксплуатации объекта. Амплитуда, частота и сдвиг фазы каждой гармоники рассчитываются программой и выводятся в отдельный файл. Пользователь может визуализировать параметры и график для любой из рассчитанных гармоник.

Литература

1. Вибрации в технике : справочник : в 6 т./ под ред. К. В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1981. Т. 6 : Защита от вибраций и ударов. – 456 с.

2. Ильинский, В.С. Защита РЭА и прецизионного оборудования от динамических воздействий/ В.С. Ильинский. – М. : Радио и связь, 1982. – 296 с.

УДК 621.01

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ В МОБИЛЬНЫХ МАШИНАХ

Студенты гр. 103911 Шашко А.Е., Серик А.Л., Хурсевич С.В. *Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Авсиевич А.М.*

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Существует два основных типа рекуперации энергии в мобильных машинах: 1) накопление кинетической энергии в рекуператоре-маховике с обратной передачей ее к движителю, 2) преобра-

зование энергии торможения в электрическую с последующим ее использование на работу дополнительного оборудования или обратным преобразованием в механическую [1,2]. В настоящее время чаще применяются системы, построенные по второму типу, как более простые в реализации и не приводящие к существенному увеличению массы машины. Но двойное преобразование энергии является недостатком ввиду значительных потерь. Поэтому представляет интерес создание эффективной системы рекуперации первого типа.

Система рекуперации энергии в мобильной машине является эффективной, если количество возвращенной движителю энергии $E_{рек}$ будет больше, чем энергия, затрачиваемая на приведение в движение подвижных элементов системы рекуперации и обусловленной их наличием дополнительной массы машины

$$E_{рек} > E_{затр}^{доп}. \quad (1)$$

Эффективность рекуперации определяется как конструктивными особенностями машины, так и дорожными условиями и особенностями маршрута движения. К конструктивным особенностям, определяющим эффективность рекуперации, следует отнести: максимальную емкость рекуператора $E_{рек}^{max}$, напрямую связанную с дополнительной массой $m_{доп}$ и дополнительной затрачиваемой энергией $E_{затр}^{доп}$; коэффициенты полезного действия кинематических цепей передачи движения к рекуператору и от него к движителю. К параметрам маршрута, влияющим на эффективность рекуперации, можно отнести: среднюю скорость движения, количество циклов «разгон-торможение», средние длину и крутизну спусков и подъемов. К трудно учитываемым, но важным факторам движения относятся погодные условия.

Для создания наиболее эффективной системы рекуперации для мобильной машины данной массы m необходимо проанализировать и количественно оценить по неравенству (1) предполагаемые варианты построения системы рекуперации.

На эффективность рекуперации будут также оказывать влияние параметры ее системы управления, и в частности быстродействие.

Литература

1. Патент RU 2117836 С1, 6 F16H 33/02. В.С.Семенов. Ресурсопотребление транспортного средства. 12.07.95. ил.2.
2. Гулия Н. В., Инерционные аккумуляторы энергии. Изд-во ВГУ, Воронеж, 1973.

УДК 339.564.2

СУЩНОСТЬ И ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Студентка гр. 103210 Дубойская Н.Д.

Научный руководитель – ст. преп. Костюкевич Е.Н.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Широкая трактовка смыслового содержания понятия «потенциал» состоит в его рассмотрении как «источника возможностей, средств, запаса, которые могут быть приведены в действие, использованы для решения какой-либо задачи или достижения определенной цели; возможности отдельного лица, общества, государства в определенной области». Понятие «экспортный потенциал» является сложным и многогранным, поэтому предлагается разделить факторы, формирующие его на следующие группы: микроуровень, макроуровень, субъективный уровень или мнение, которое формирует покупатель о продукте.

К макроуровню относят такие факторы как государственное регулирование, нормативно-правовая база, политико-экономические процессы, характеристика рынка. Микроуровень является самым гибким, предприятие может и должно влиять на него. К микроуровню относятся: возможности предприятия (научно-производственный и кадровый потенциал и пр.), характеристика продукции (цена, уникальность, срок службы и пр.), стратегия экспорта, результат экспорта. Субъективный уровень, предлагается рассматривать равноценно по значимости с микро- и макро- уровнями. Характеристикой данного уровня может быть оценка лояльности потребителя. Белорусское машиностроение в значительной степени ориентировано на экспорт. Это касается, главным образом, его круп-

нейших отраслей – сельскохозяйственного и транспортного машиностроения. В то же время эксперты ЕАБР отмечают, что белорусский экспорт машиностроительной продукции в основном ориентирован на страны ЕЭП – Россию и Казахстан, на долю которых совокупно приходится около 73% белорусского машиностроительного экспорта. Поэтому рассмотренные факторы предложенных уровней необходимо оценивать в преломлении особенностей развития именно этих рынков сбыта.

УДК 658.1:339.138

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРКЕТИНГОВОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ СЕТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Студентка гр. 103210 Бузук В.А.

Научный руководитель – ст. преп. Попова Н.Д.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Хорошо отлаженные коммуникационные связи фирмы-товаропроизводителя являются неременным условием ее нормального функционирования в качестве хозяйственной единицы, одной из решающих предпосылок ее успешной рыночной деятельности. Значимость коммуникации в современных условиях устойчиво возрастает вследствие все большей насыщенности рынков товарами, все большего разнообразия потребностей потребителей, форм и методов конкуренции, все более совершенных средств сбора, хранения, обработки, передачи информации и целого ряда других факторов.

Учитывая особенности промышленного предприятия, маркетинговый коммуникативный набор может состоять из следующих наиболее эффективных применительно для промышленного предприятия коммуникативных составляющих: выставка, публикации в СМИ и выпуск сувенирной продукции.

Можно выделить 5 основных критериев для оценки эффективности применения маркетинговых коммуникаций:

1) сформированный уровень известности продукции предприятия;

- 2) уровень внушенной или осязаемой удовлетворенности от потребления товара;
- 3) численность откликов;
- 4) количество покупателей;
- 5) объем продаж.

Целью коммерческих коммуникаций предприятия является продажа продукции. Данная цель может быть достигнута путем воздействия, посредством различных маркетинговых приемов, на целевую аудиторию предприятия, что позволит ее перевести в разряд непосредственных покупателей, которые и сформируют в будущем стабильный объем продаж.

УДК 629.735

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Студентки гр.103211 Асташевич Н.Г., Гончарова В.В.,
Научный руководитель – канд.экон. наук, доцент Насонова И.В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Транспорт – одна из базовых отраслей, которая формирует инфраструктуру экономики и обеспечивает взаимосвязь всех ее элементов.

Транспортный комплекс Республики Беларусь – совокупность различных видов транспорта, находящихся во взаимодействии и взаимозависимости, дополняющих друг друга, развивающихся в тесной взаимосвязи, обеспечивая эффективное использование каждого вида. К транспортному комплексу предъявляются следующие требования:

- наиболее полное удовлетворение потребностей общества в перевозках грузов и пассажиров;
- повышение экономичности перевозочных процессов;
- сокращение времени доставки грузов и перевозки пассажиров;
- обеспечение интенсивности и регулярности перевозок независимо от времени года, погодных условий или других неблагоприятных факторов;

- повышение уровня комфортности при перевозке пассажиров, обеспечение полной сохранности перевозимых грузов, безопасности движения.

Виды транспорта отличаются друг от друга использованием разных естественных или искусственных путей сообщения. Транспорт общего пользования подразделяется на виды:

- железнодорожный;
- автомобильный;
- водный;
- воздушный;
- трубопроводный.

Основными задачами Республики Беларусь остаются обеспечение безопасности перевозок, модернизация железнодорожной инфраструктуры, создание новых и совершенствовании действующих технологий перевозок грузов и пассажиров, обеспечение на высшем уровне транспортного обслуживания.

Транспортный комплекс Республики Беларусь имеет значительный потенциал для увеличения своего вклада в общий объем валового национального продукта. В первую очередь это относится к международным перевозкам, эксплуатации транспортных коридоров.

Литература

1. Белорусский транспортно-логический портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.transportal.by>
2. Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mintrans.gov.by>
3. Насонова И.В. Организация транспортной логистики, как фактор повышения эффективности деятельности предприятия // Планово-экономический отдел, №8(122). 2013. С. 29 – 36.
4. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011-2015 годы. Мн.: Беларусь, 2011.
5. Шимов В.Н., Национальная экономика Беларуси. Мн.: БГЭУ, 2005.

ГИБКОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ОСНОВА ЕГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Студентка гр.103211 Тацевич М.В.

Научный руководитель – ст. преп. Торская И.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В условиях усиления конкурентной борьбы на мировых рынках одним из важнейших инструментов удовлетворения запросов потребителей становится не просто производство новой продукции, а ускорение организации ее выпуска. В связи с этим определяющим фактором инновационного развития предприятия становится его гибкость к потребностям рынка.

Необходимо отметить, что понятие гибкости изучено недостаточно, и на сегодняшний день имеется только одна методика оценки гибкого развития предприятия, предложенная В.Н. Самочкиным.

Гибкость предприятия формируется как результат сочетания способности к обновлению и устойчивости к обновлению. Первый компонент определяется в первую очередь научно-технологическим потенциалом предприятия, а второй – его финансовым потенциалом.

Оценка гибкости была осуществлена на примере ОАО «Амкор». Его выявленная способность к обновлению проявляется в готовности удовлетворять изменяющиеся запросы потребителей как по качеству, так и по количеству выпускаемых товаров. Базу для этого составляет постоянно обновляемый и совершенствующийся парк технологического оборудования, применение прогрессивных технологий. Показатели же рентабельности активов, платежеспособности предприятия, его рыночной активности свидетельствуют о имеющейся возможности выделения средств на предпроектную подготовку, проектирование и освоение производства новых изделий, что формирует устойчивость к обновлению. При этом дальнейшее развитие гибкости предприятия позволит предприятию в полной мере развить имеющийся инновационный потенциал и добиться успехов в конкурентной борьбе.

УДК 005.21

УПРАВЛЕНИЕ ЛОЯЛЬНОСТЬЮ ПОТРЕБИТЕЛЯ НА РЫН- КЕ ПРОДУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Студент гр.103219 Барсуков А.А.

Научный руководитель – ст. преп. Торская И.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В современных условиях, когда на каждом прибыльном и перспективном рынке у любой организации есть целый ряд конкурентов, у поставщиков продукции производственно-технического назначения появляется необходимость убеждать своих потребителей в наибольшей ценности и привлекательности своего товара в сравнении с конкурентными аналогами. При этом поставщик должен проявить клиентоориентированность, наглядно демонстрируя экономические преимущества своего товара с целью выработки лояльного отношения потребителя.

Опираясь на концепцию Д. Андерсена, Н.Кумара и Д.Неруса, была разработана специальная программа, называемая калькулятором ценности. Она может быть предоставлена специалистом отдела продаж потенциальному потребителю на этапе проведения переговоров или, для охвата большей потенциальной аудитории, размещена на официальном сайте организации (там же может быть размещён в дополнение к нему и бланк заказа).

Калькулятор ценности разработан для презентации преимуществ харвестера ОАО «Амкодор» (на примере модели А-2541). Покупатель может выбрать из раскрывающегося списка модель харвестера любого конкурента и затем должен ввести ряд данных, таких, например, как валюта расчёта, планируемое количество месяцев работы техники, число смен, стоимость дизельного топлива. В итоге программа выдаёт результат: на сколько затраты на 1 куб м. древесины при работе на харвестре А-2541 будут меньше, чем при работе на харвестере конкурента. Так, при выборе в качестве конкурентной модели Sampro 1046 PRO, экономия в расчете на кубометр составляет 37,54 тыс. руб., а на годовой объем вырубки - более 895,6 млн. руб.

УДК 338.2

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студентка гр.103219 Батура А.Г.

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент Плясунков А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Показатели экономической эффективности являются важнейшим инструментом реализации экономической политики предприятия и ключевым средством обоснования управленческих решений, оптимизации затрат ресурсов, совершенствования ценовой политики и повышения конкурентоспособности предприятия.

Предложенная система экономических показателей построена на основе показателей для: оценки производственной деятельности (обобщающие показатели эффективности; дифференцированные показатели эффективности использования ресурсов) и финансовой деятельности (показатели ликвидности, финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия).

Среди дифференцированных показателей общей экономической эффективности можно выделить следующие группы:

- эффективности использования трудовых ресурсов;
- эффективности использования материальных ресурсов;
- эффективности использования основных средств;
- эффективности использования оборотных активов.

При всей важности дифференцированных показателей они не решают проблему комплексности оценки.

Для характеристики деятельности предприятия применяются обобщающие показатели экономической эффективности. К важнейшим обобщающим показателям относят прибыль и рентабельность.

На уровне хозяйствующего субъекта возникает целая система показателей, характеризующих прибыль: валовая прибыль, прибыль от реализации продукции, прибыль от текущей деятельности, чистая прибыль.

Различают следующие виды рентабельности:

1) *Рентабельность продукции* - отношение прибыли к затратам на ее производство и реализацию.

2) *Рентабельность продаж* - это отношение прибыли от реализации продукции к выручке.

3) *Рентабельность производства* показывает, насколько результативно используется имущество предприятия. Рассчитывается как отношение прибыли к сумме основных и оборотных средств.

4) *Рентабельность собственных средств* предприятия определяется отношением чистой прибыли предприятия к его собственным средствам.

Для оценки эффективности использования финансовых ресурсов наиболее часто применяются следующие показатели:

- *показатели деловой активности*, которые характеризуют насколько эффективно предприятие использует свои средства.

- *ликвидности*, которые отражают способность предприятия быстро погасить свою задолженность.

- *финансовой устойчивости*, анализирующие состав средств предприятия с точки зрения его защищенности от внешних долгов.

УДК 338.45

СУЩНОСТЬ ПОНЯТИЯ «ЭФФЕКТИВНОСТЬ»

Студентка гр.103219 Батура А.Г.

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент Плясунков А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Термин «эффективность» универсален. Его применяют во всех сферах деятельности человека: экономике, технике, политике, науке, культуре и т.д.

Эффективность – способность приносить эффект, оказывать действие.

Эффективность производства – это категория, которая определяет отдачу, результативность производства. Эффективность отражает не темпы прироста объема производства, а то, какой ценой, какими затратами ресурсов достигается этот прирост, то есть свидетельствует о качестве экономического роста.

Различают эффективность процесса воспроизводства в целом и отдельных его этапов: производства, распределения, обмена и потребления. Выделяют эффективность всей экономики страны, отдельных отраслей, предприятий и также эффективность хозяйственной деятельности отдельного работника.

Различают экономическую и социальную эффективность:

Экономическая эффективность – это достижение производством наивысших результатов при наименьших затратах живого и овеществлённого труда или снижение совокупных затрат на единицу продукции.

Социальная эффективность – это степень соответствия результатов производства социальным потребностям общества, интересам отдельного человека.

Уровень эффективности характеризует уровень развития производственных сил и является важнейшим показателем развития экономики.

В наиболее обобщенном виде экономическая эффективность общественного производства определяется как соотношение "результаты – затраты" по формуле

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{Результаты производства}}{\text{Затраты производства}}$$

Для определения эффективного использования факторов производства по отдельности применяется система определённых показателей: производительность труда, материалоотдача, материалоёмкость, трудоёмкость, капиталотдача, капиталоемкость, энергоёмкость, экологическая эффективность.

Таким образом, эффективность оказывает многостороннее, комплексное влияние на экономику предприятия, что обеспечивает его устойчивый экономический рост, доходность и, в конечном счёте выживаемость в острой конкурентной борьбе в рыночной экономике. В масштабах национальной экономики повышение эффективности производства ведет к более рациональному использованию ресурсов, повышению качества жизни населения, обеспечению безопасности государства.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

Студентка гр.103219 Лазакович И.В.

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент Плясунков А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Конкурентоспособность продукции – комплексная многоаспектная характеристика, отражающая способность продукции в течение периода ее производства соответствовать по качеству требованиям конкретного рынка (рынков), адаптироваться по соотношению качества и цены к предпочтениям потребителей, обеспечивать выгоду производителю при ее реализации.

Анализируя существующие экономические показатели оценки конкурентоспособности продукции, следует отметить, что ни один из этих подходов не позволяет одновременно учитывать как интересы производителя, так и потребителя, что снижает их ценность.

Для комплексной оценки конкурентоспособности новых изделий предлагается использовать систему показателей, включающую:

- коэффициент конкурентоспособности продукции с точки зрения потребителя;
- коэффициент конкурентоспособности продукции с точки зрения изготовителя.

Коэффициент конкурентоспособности продукции с точки зрения потребителя ($K_{\text{КСП,потреб}}$) показывает, во сколько раз максимальная цена, за которую можно реализовать изделие, превышает фактическую цену его реализации.

$$K_{\text{КСП,потреб}} = \frac{\Pi_{2\text{ВВ}}^{\text{отп}}}{\Pi_2^{\text{отп}}}, \quad (1)$$

где $\Pi_{2\text{ВВ}}^{\text{отп}}$ – верхний предел отпускной цены оцениваемого изделия, отражающий потребительскую ценность товара, т.е. максимальную цену, которую покупатель считает возможным заплатить за товар, а также стоимостную оценку качества товара $\Pi_2^{\text{отп}}$ – отпускная цена оцениваемого изделия, руб.

Коэффициент конкурентоспособности продукции с точки зрения производителя ($K_{\text{КСП, производ.}}$) показывает, во сколько раз фактическая отпускная цена реализации при выходе изделия на рынок превышает минимальную отпускную цену, рассчитанную затратным методом.

$$K_{\text{КСП, производ.}} = \frac{\text{Ц}_{2\text{НН}}^{\text{отп}}}{\text{Ц}_{2\text{НН}}^{\text{отп}}}, \quad (2)$$

где $\text{Ц}_{2\text{НН}}^{\text{отп}}$ – нижний предел отпускной цены оцениваемого изделия.

В общем виде нижний предел отпускной цены оцениваемого изделия можно определить по формуле

$$\text{Ц}_{2\text{НН}}^{\text{отп}} = C_2 + \text{П}_{2\text{мин}} + \text{Н}_{2\text{косв}}, \quad (3)$$

где C_2 – себестоимость оцениваемого изделия, руб.;

$\text{П}_{2\text{мин}}$ – минимальная прибыль от реализации оцениваемого изделия, приемлемая с точки зрения предприятия-изготовителя, руб.;

$\text{Н}_{2\text{косв}}$ – сумма косвенных налогов и отчислений в цене оцениваемого изделия, руб.

С учетом действующей в 2014 г. в Республике Беларусь системы налогообложения формула примет следующий вид

$$\text{Ц}_{2\text{НН}}^{\text{отп}} = C_2 \cdot (1 + r_2) \cdot (1 + h_{\text{НДС}}),$$

где r_2 – минимальная рентабельность оцениваемого изделия, приемлемая с точки зрения предприятия-изготовителя, в десятичном виде; $h_{\text{НДС}}$ – ставка налога на добавленную стоимость в десятичном виде ($h_{\text{НДС}} = 0,2$).

Если $K_{\text{КСП,2,1}}^{\text{пр-ции}} > 1$ и $K_{\text{КСП,реальн}}^{\text{пр-ва}} > 1$, то покупка и реализация новой продукции выгодны и производителю, и потребителю. Выполнение этих условий необходимо для разработки, производства и успешной реализации новой продукции.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студентка гр.103219 Соколовская Н.Л.

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент Плясунков А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Оценка конкурентоспособности позволяет выявить сильные и слабые стороны предприятий, что в дальнейшем послужит основой для принятия управленческих решений и разработки перспективных направлений развития хозяйствующего субъекта.

Рассмотрим наиболее распространенные методы оценки конкурентоспособности предприятия.

Группа матричных методов базируется на оценке маркетинговой стратегии предприятия с использованием построения матрицы конкурентных стратегий. В основе методики лежит анализ конкурентоспособности с учетом жизненного цикла продукции предприятия.

Методы, основанные на оценке конкурентоспособности продукции предприятия, базируются на суждении о том, что конкурентоспособность предприятия тем выше, чем выше конкурентоспособность его продукции. Под конкурентоспособностью продукции понимается ее способность быть проданной на рынке в данный период времени.

Метод, основанный на рентабельности активов. В данном методе под конкурентоспособностью предприятия предлагается понимать его способность быть более эффективным по сравнению с предприятиями - конкурентами. Конкурентоспособность предприятия предлагается определять по следующей формуле

$$КСП_{2,1} = P_{2A} / P_{1A},$$

где $КСП_{2,1}$ - конкурентоспособность оцениваемого предприятия по отношению к предприятию-конкуренту;

P_{2A}, P_{1A} – рентабельность активов соответственно оцениваемого предприятия и предприятия-конкурента.

Если $KCP_{2,1} > 1$, то оцениваемое предприятие более конкурентоспособное, чем предприятие-конкурент. Если $KCP_{2,1} = 1$, то оцениваемое предприятие и предприятие-конкурент имеют одинаковую конкурентоспособность. Если $KCP_{2,1} < 1$, то оцениваемое предприятие менее конкурентоспособное, чем предприятие-конкурент.

Рентабельность активов предлагается определять по следующей формуле

$$P_A = \Pi_{\text{ч}} / A,$$

где $\Pi_{\text{ч}}$ – чистая прибыль предприятия,

A – активы предприятия.

Чистая прибыль предприятия определяется: выручкой от реализации продукции, которая зависит от конкурентоспособности продукции с точки зрения потребителя; затратами на производство и реализацию продукции, которые зависят от эффективности управления затратами; налогами из выручки и прибыли от реализации продукции, которые зависят от законодательства в области налогообложения.

Рентабельность активов определяет насколько эффективно используются ресурсы предприятия. То предприятие, которое более эффективно использует свои ресурсы и является более конкурентоспособным.

УДК 005.21

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СТРАТЕГИИ ФИРМЫ С ПОМОЩЬЮ SWOT/TOWS - АНАЛИЗА

Студент гр.103219 Барсуков А.А.

Научный руководитель – ст. преп. Торская И.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Стратегию можно определить как план управления фирмой, направленный на укрепление её позиций на рынке, удовлетворение потребностей покупателей и достижение поставленных перед фирмой стратегических целей и задач. С помощью FAROUT-анализа, учитывающего ориентацию на будущее, точность, ресурсную эф-

фективность, объективность, полезность и своевременность, было установлено, что из множества методов анализа положения фирмы на рынке и определения стратегий её поведения наибольшей эффективностью характеризуются такие методы, как SWOT – анализ и анализ стратегических групп.

В работе проведен SWOT/TOWS – анализ с целью обоснования рыночной стратегии для ОАО «БЕЛАЗ». Данный метод сложнее традиционного SWOT-анализа, так как при формировании стратегии происходит систематизированное объединение двух подходов к организации: подход, направленный “изнутри фирмы вовне”- SWOT и подход, направленный “извне фирмы вовнутрь ” – TOWS. Данный метод точнее обычного SWOT-анализа.

Результатом SWOT/TOWS-анализа является выявление одной из четырех стратегий: консервативной, агрессивной, конкурентной, оборонительной. Для ОАО «БелАЗ» обоснована консервативная стратегия, а после конкретизации ее с помощью SPACE-анализа было рекомендовано осуществлять консервативную стратегию с элементами развития продукта и развития рынка. Данная стратегия заключается в минимизации негативного влияния окружения посредством максимального и одновременно активного использования потенциалов организации. При ее реализации необходимо сохранять сбалансированное соотношение цены и качества, создавать модификации существующей продукции и выходить с нею на новые рынки, а также создавать новую продукцию.

УДК 339.56.055

ОЦЕНКА ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Студентка гр.103219 Рапун И.А.

Научный руководитель – ст. преп. Торская И.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Экспорт как часть экономической системы Республики Беларусь занимает особое место в стратегии развития страны.

В результате проведения анализа имеющихся в литературе определений предложено определять экспортный потенциал промыш-

ленного предприятия как его совокупную способность осуществлять продажи производимой продукции за рубеж, привлекать прямые иностранные инвестиции и участвовать в международных кооперативно-промышленных процессах, базируясь на производственных, финансовых и маркетинговых возможностях.

При этом предлагается выделять следующие составляющие экспортного потенциала предприятий и показатели их оценки:

- *производственный потенциал* (фондоотдача, коэффициент обновления основных средств, доля прогрессивного оборудования в структуре его парка, степень износа оборудования, производительность труда, исчисленная по добавленной стоимости);

- *финансовый потенциал* (коэффициент оборачиваемости оборотных средств, рентабельность активов, отношение заёмного капитала к собственному, коэффициент финансовой независимости);

- *конкурентоспособность экспортной продукции* (относительный показатель конкурентоспособности на внешних рынках, рентабельность продаж, доля экспортируемых видов продукции в общем ассортименте производимой продукции, доля сертифицированной продукции по международным стандартам в общем объёме реализованной продукции);

- *маркетинговый потенциал* (стадия жизненного цикла продукции, уровень затоваренность складов, эффективность рекламной деятельности, доля новой (инновационной) продукции в общем объёме реализованной продукции).

УДК 37:004.9

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ

Студентки гр.103220 Гринчук Д.С., Згирская О.С.

Научный руководитель – ст. преп. Лавренова О. А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В условиях перехода к информационному обществу в Республике Беларусь реализуется целый комплекс мер, направленных на совершенствование системы образования, в том числе, подпрограмма «Электронное обучение и развитие человеческого капитала», прио-

ритетными направлениями которой являются «создание национальной системы электронных образовательных ресурсов, совершенствование инфраструктуры доступа к национальным и мировым образовательным ресурсам, совершенствование системы подготовки кадров в области ИКТ» [1, 2].

В исследовании были проанализированы интересы интернет-аудитории в области обучения, классифицированы свободно доступные образовательные интернет-ресурсы, выявлены ограничения и последствия их применения. Наряду с такими положительными эффектами, как общедоступность, интерактивность, экономия времени и средств обучаемых (по результатам расчетов стоимость электронных учебных материалов может быть в сотни раз ниже традиционных), выявлены и отрицательные последствия (социальная изоляция, шаблонное мышление, плагиат и др.).

Анализ существующей ситуации показывает, что для уменьшения негативных последствий применения интернет-технологий необходимо не только повышение качества образовательных ресурсов, но и совершенствование нормативно-правовой базы их применения.

Литература

1. Национальная программа ускоренного развития услуг в сфере информационно-коммуникационных технологий на 2011–2015 годы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=C21100384&p2>
2. «Стратегия развития информационного общества в Республике Беларусь на период до 2015 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=C21001174&p2>

УДК 330.332:005.332.4

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Студентка гр.103220 Абадовская Ю.Л.

Научный руководитель – ст. преп. Торская И.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Под инвестиционной привлекательностью понимается совокупность факторов, позволяющих сделать вывод о возможности получения прибыли с учётом степени рискованности инвестиций.

Оценка инвестиционной привлекательности является важным этапом как для инвестора, так и для субъекта инвестирования. С позиций инвесторов анализ инвестиционной привлекательности позволяет свести к минимуму степень риска вложенных им средств. В свою очередь, привлечение инвестиций дает субъекту инвестирования конкурентные преимущества, что является мощнейшим средством его дальнейшего развития.

Оценку инвестиционной привлекательности можно осуществлять на страновом, региональном уровне и уровне конкретного предприятия. Был проведен анализ инвестиционной привлекательности крупных промышленных городов Республики Беларусь. За основу была взята методика М.М. Ковалёва [1], в соответствии с которой основными факторами оценки является соотношение инвестиционных потенциалов и инвестиционных рисков. Для более полной оценки предложено добавить в анализ два частных инвестиционных потенциала, один частный инвестиционный риск, а также ряд микроиндексов. Расчеты показали, что город Минск одновременно имеет самый высокий потенциал и самый низкий риск. В наихудшем положении находятся города Полоцк и Пинск, которые имеют низкий потенциал, а также город Новополоцк, который, несмотря на высокий уровень потенциала, имеет самый высокий уровень риска.

УДК 658.1: 001.895

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЕГО РОЛЬ В ЭФФЕКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студентка гр.103220 Голенок М.С.

Научный руководитель – ст. преп. Торская И.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В условиях рыночной экономики на эффективность работы промышленных предприятий влияют различные факторы, ведущее место среди которых занимает уровень развития инновационного потенциала.

В ходе проведенного исследования были изучены подходы многих авторов, в результате чего было предложено понимать под инновационным потенциалом совокупность характеристик предприятия, которые формируют его способность к осуществлению деятельности по созданию и использованию нововведений в долгосрочной перспективе. Такое определение особенно подчеркивает взаимосвязь между инновационным потенциалом и сочетанием таких критериев, как способность предприятия к инновациям и его устойчивость к обновлению, которые, в свою очередь, определяют понятие «гибкость предприятия».

Оценка инновационного потенциала осуществляется с помощью расчёта показателей, характеризующих такие его составляющие, как материально-технический, финансовый, информационный, кадровый и научно-технический потенциал. Проводимый анализ позволяет выявить недостатки в работе предприятия, связанные с инновационной деятельностью, и вовремя предпринять необходимые меры по их ликвидации.

Была осуществлена оценка инновационного потенциала на примере ОАО «Минский завод колёсных тягачей», в результате которой было установлено, что развитие инновационного потенциала данного предприятия имеет средний уровень, так как большинство показателей превышает установленные критериальные значения, но незначительно. Это говорит о том, что на предприятии существуют

резервы роста инновационного потенциала, но на данный момент не все из них используются на предприятии достаточно эффективно.

УДК 658.62

УПРАВЛЕНИЕ ЛОЯЛЬНОСТЬЮ ПОТРЕБИТЕЛЯ ПРОДУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Студентка гр.103220 Тур М.Н.

Научный руководитель – ст. преп. Торская И.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Лояльный клиент – это залог конкурентоспособности любой компании. Именно наличие лояльности, проявляющейся в благоприятном отношении потребителя к компании и ее продукции, является основой стабильного объема продаж, который, в свою очередь, является стратегическим показателем успешности компании и дает ей конкурентное преимущество.

Успешная реализация продукции отражается в установлении определенного уровня цен, который показывает предпочтения покупателей, выгоду получаемую от покупки того или иного продукта. Неоспоримым является тот факт, что покупатель при выборе товара основное внимание обращает на две составляющие – цену и качество продукции. При этом покупатель стремится получить как можно большее качество в расчете на одну вложенную денежную единицу.

Существует множество методов оценки качества и назначения конкурентной цены. Для машиностроительной отрасли эффективной является методика А.Х.Фасхиева [1], построенная на формировании «профиля» продукции и расчета ее «красной» цены.

Для успешной реализации продукции, помимо грамотно назначенной цены клиенту необходимо продемонстрировать, насколько выгодным будет для него приобретение товара. При этом большое значение имеет наглядность и простота представления информации. Реализовать это можно с помощью современной разработки, так называемого «калькулятора ценности», представляющего собой

прикладную программу с использованием электронных таблиц. Данный инструмент был разработан для демонстрации ценности своих предложений ОАО «Минский моторный завод».

Литература

1. Фасхиев, Х.А Крахмалева А.В Оценка уровня конкурентоспособности грузовых автомобилей и их двигателей //Маркетинг в России и за рубежом. – 2004. – №5.

УДК 339.142

МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТОВАРНОГО ПОРТФЕЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студентка гр.103220 Гринчук Д.С.

Научный руководитель – ст. преп. Торская И.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Товарный портфель промышленного предприятия представляет собой совокупность товаров, находящихся на различных этапах жизненного цикла и, как следствие, имеющих различные перспективы на рынке [1].

Эффективная товарная политика является одним из важнейших инструментов конкурентной борьбы. Поэтому перед каждым промышленным предприятием стоит задача формирования сбалансированного товарного портфеля, который должен содержать товарные группы с различными стадиями жизненного цикла и долями рынка.

Были проанализированы различные методы оптимизации товарного портфеля предприятия, которые могут быть объединены в две основные категории: нематричные и матричные методы. При этом для полноценного анализа товарного портфеля предприятия целесообразно совмещать несколько методов. Полученные результаты сравниваются между собой и на основании представленной в них информации формируется товарная стратегия.

Комплексная методика оценки товарного портфеля была применена для такого предприятия, как ЗАО «Белробот», имеющего до-

статочно широкую товарную номенклатуру. Используются матрицы Бостонской консалтинговой группы и Артур де Литтл.

Сделан вывод, что правильно сформированный товарный портфель позволит предприятию эффективнее управлять денежными потоками и инвестициями, сохранять свое положение на старых и осваивать новые рынки сбыта продукции.

Литература

1. Ансофф И. Стратегический менеджмент / И.Ансофф - Санкт-Петербург: Питер Пресс, 2009.

УДК 338.534

ОСОБЕННОСТИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА РЫНКЕ ПРОДУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Студентка гр.103220 Румачик Е.Е.

Научный руководитель – ст. преп. Торская И.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В2В – это сектор рынка, ориентированный на организацию взаимодействия между компаниями в процессе производства и продажи товаров или услуг. К числу особенностей данного рынка следует отнести, в том числе, то, что его субъектами являются юридические лица, и процесс продажи не нем является более протяженным во времени.

Каждое предприятие вырабатывает свою ценовую политику, которая заключается в определении и поддержании оптимальных уровней, структуры и взаимосвязей цен на товары в рамках ассортимента предприятия и конкретного рынка, а также в своевременном изменении цен по товарам и рынкам с целью достижения максимально возможного успеха в конкретной рыночной ситуации.

Выработка ценовой политики включает в себя следующие этапы: выработка целей ценовой политики, анализ ценообразующих факторов, выбор метода и стратегии ценообразования. При этом выделяют три группы стратегий ценообразования: дифференцированно-

го, конкурентного и ассортиментного, которые в свою очередь включают в себя отдельные виды стратегий.

Одним из доминирующих параметров продукции производственно-технического назначения является цена потребления, которая представляет собой сумму продажной цены и стоимости использования этого товара за период эксплуатации. Используя такую продукцию, покупатель стремится добиться оптимальной величины цены потребления, которая определяется максимально выгодным периодом эксплуатации продукции по параметру затрат.

Расчет цены потребления осуществлен на примере грузовых автомобилей марок МАЗ и КАМАЗ.

УДК 336.7

ЭЛЕКТРОННЫЕ ДЕНЬГИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Студентки гр.103229 Гедранович П.А., Есипович А.В.

Научный руководитель – ст. преп. Лавренова О. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Активная коммерциализация сети Интернет превращает ее в универсальную торговую площадку для ведения бизнеса в режиме он-лайн. Наиболее динамично развивающейся сферой электронного бизнеса в настоящее время является электронная торговля, включая как торговые, так и финансовые транзакции и бизнес-процессы. Закономерно, что в условиях формирования и развития электронной экономики все более актуальными становятся вопросы проведения электронных платежей, в том числе с использованием электронных денег, которые значительно ускоряют процесс расчета по торговым операциям.

Электронные деньги представляют собой платежное средство, существующее исключительно в электронном виде, в виде записей в специализированных электронных системах. По результатам изучения рынка электронных платежей в Республике Беларусь были определены наиболее известные эмитенты электронных денег, такие как: Easy Pay, Web Money, Qiwi, Рапида Бел, а также ряд банков, предоставляющих мобильные и интернет-платежи.

В результате исследования выявлено, что основными преимуществами электронных денег являются: мобильность и анонимность, оперативность и простота использования, интеграция с электронными торговыми площадками. Однако существует и ряд недостатков, которые сдерживают внедрение электронных денег в практику финансовых расчетов. В первую очередь, это отсутствие совершенной законодательной базы и правовых механизмов, регулирующих процедуры, связанные с электронными платежами. Также существенные опасения при работе с электронными деньгами у пользователей вызывают вопросы безопасности, в том числе угрозы хищения или физического уничтожения платежных средств, их подделки или изменения номинала. Существенным фактором, сдерживающим распространение электронных денег в Беларуси является недостаточная популярность и распространенность электронных финансовых систем, а также невысокая степень доверия к электронным платежным средствам среди населения.

Тем не менее, в последнее время в Республике Беларусь предпринимаются меры по созданию благоприятных условий для развития электронной экономики, торговли и электронных платежных систем. Об этом свидетельствует увеличение пунктов покупки электронных денег, интеграция платежных систем с белорусскими торговыми площадками, растущее количество пользователей электронных платежных систем. По оценкам экспертов уже сегодня пятая часть покупателей готова отказаться от бумажных денег в пользу электронных. Таким образом, можно говорить о том, что электронные деньги имеют хорошие перспективы применения при переносе финансово-экономической активности в сеть Интернет. –

Литература

1. Понятие электронных денег [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infobank.by/704/default.aspx>, свободный. – Заглавие с экрана.

2. Платежные системы Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://finance.tut.by/news340190.html>, свободный. – Заглавие с экрана.

3. Развитие электронных денег [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bda-expert.com/2011/05/perspektivy-razvitiya-elektronnyh-deneg/>, свободный. – Заглавие с экрана.

УДК 621.338

**ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАНА
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Студент гр.303219 Ефимчик Е.В.

Научный руководитель – канд. экон. наук., доцент Адаменкова С.И.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

На крупных предприятиях машиностроительной отрасли формированием плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) занимаются службы: управление генерального конструктора (УГК) и управление маркетинга.

Управление маркетинга проводит маркетинговые исследования рынка спецтехники с целью выявления наиболее перспективных и востребованных у конечного потребителя машин, производимых фирмами-лидерами рынка, а также собирает предварительные заявки на новую технику от заинтересованных предприятий. Это позволяет спрогнозировать потребность рынка в конкретных видах техники с определенными технико-эксплуатационными характеристиками, установить ценовые диапазоны у зарубежных и отечественных (при их наличии) машин-аналогов, сформировать предложение маркетинговых служб по включению новых моделей техники в план НИОКР.

Изучив данное предложение конструкторские бюро, входящие в состав УГК, прорабатывают возможности создания принципиально новой техники, а также доработки и совершенствования моделей, выпускаемых серийно. Предложения служб обсуждаются на заседании Научно-технического совета предприятия, который согласует перечень техники для включения в план НИОКР на следующий год.

Основным недостатком данного подхода к формированию плана НИОКР является отсутствие прогнозного расчета отпускной цены на модели новой техники до включения их в план НИОКР. Как следствие, нельзя изначально определить будет ли цена созданной предприятием новой техники привлекательна для конечного потребителя или же он предпочтет технику фирм-конкурентов как более дешевую при схожих технико-эксплуатационных характеристиках.

Для обеспечения решения вопроса прогноза цен необходимо привлечь к разработке плана НИОКР предприятия планово-экономическую службу и службу снабжения (управление внешней комплектации), которые работая в тандеме с маркетингом и конструкторами с учетом перечней основных покупных узлов и узлов собственного изготовления смогут провести укрупненный прогнозный расчет себестоимости модели новой техники и отпускной цены в условиях ее серийного производства.

Определение укрупненных стоимостных показателей новой техники позволит утвердить классификационную группу экономической значимости для каждого конкретного вида техники, включаемого в план НИОКР (1-мех значимость, далее 2 и 3), а значит и установить очередность, приоритетность и сроки создания новых моделей машин, более четко прогнозировать финансовый результат на перспективу для производственной деятельности предприятия в целом.

УДК 338.51

ТРАНСФЕРТНОЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ ВО ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Магистрант Будник И.А.

Научный руководитель—канд. экон. наук., доцент Адаменкова С.И.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Цена – главная и универсальная форма взаимодействия товаропроизводителя и рынка, которая делает возможной куплю-продажу товара и само экономическое существование его производителя.

Трансфертная цена – это цена, применяемая при обмене товарами в рамках транснациональных корпораций между их подразделе-

ниями в разных странах [1]. Эта цена всегда устанавливается конфиденциально. При трансфертном ценообразовании передача продукции обычно осуществляется по ценам значительно ниже рыночных.

Главная цель введения трансфертных цен - минимизация налогообложения внутрикорпоративных расчетов и таможенных платежей, а также аккумуляция прибыли в сбытовых структурах, зарегистрированных в зонах с льготным налогообложением. В результате, производственные компании поставляют продукцию по трансфертной цене родственным сбытовым компаниям, зарегистрированным в оффшорных зонах или странах, использующих невысокие ставки налоговых платежей. Сбытовики реализуют товар по рыночной цене, получая сверхприбыль, с которой не платятся налоги или они незначительны.

Таким образом, при продаже продукции за границу возникает проблема вывоза капитала из страны и занижения базы налогообложения, что приводит к недополучению налогов внутри страны.

В связи с этим возникает необходимость обратить внимание на способы контроля трансфертного ценообразования.

Литература

1. АКАДЕМИК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/econ_dict/14886, – Загл. с экрана.

УДК 339.138

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ИМК НА РАЗВИВАЮЩИХСЯ РЫНКАХ: ПЕРСПЕКТИВЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Магистрант Русак Е.К.

Научный руководитель – канд. экон. наук., доцент Глубокий С.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Применение маркетинговых коммуникаций в производственной деятельности при позиционировании товара внутри государства или продвижении продукта на зарубежные рынки должно учитывать сложившиеся правила в стране и ее культуру, существующий госу-

дарственный строй и инфраструктуру, уникальность и традиции населения. Без учета этих факторов использование успешных, сложившихся и отработанных маркетинговых стратегий западных стран на развивающихся рынках не приносит должного эффекта. Для реализации маркетинговой политики предприятия осваиваемый рынок можно проанализировать с помощью следующих показателей.

1. Экономическая инфраструктура и роль государства. Показателем стандарта и уровня жизни в стране является уровень ВВП. Для маркетологов этот показатель позволяет проанализировать потенциал рынка и оказывает помощь при выборе ценовых решений, а статьи, формирующие ВВП, указывают на приоритетные пути развития и продвижения продукции. Степень экономической свободы является индикатором количества допустимых методов использования рычагов производства и сбыта, применения ИМК. Степень бюрократии указывает, в какой мере нормативно-правовые системы препятствует или помогают предприятиям осуществлять свою деятельность, в том числе и маркетинговую, в стране. Широта распространения теневого рынка определяет возможные трудности с идентификацией потребителем продвигаемой продукции. Так, неграмотная маркетинговая деятельность предприятия может способствовать увеличению сбыта продукции-подделки на теневом рынке, потере репутации и доверия к производителю.

2. Использование СМИ характеризуется следующими показателями: развитием информационно-коммуникационных технологий, развитием цифровых технологий, степенью свободы использования СМИ.

3. Анализ потребительского поведения на развивающемся рынке.

Стратегия ИМК должна создавать непротиворечивый образ продукции через синергетические связи на различных каналах средств массовой информации. Проблема в выборе стратегии ИМК заключается в достижении правильного баланса, не только в отношении к культурным ценностям и традициям, но и в условиях донесения сообщений по различным каналам до определенных сегментов потребителей.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРКЕТИНГОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Магистрант Русак Е.К.

Научный руководитель – канд. экон. наук., доцент Глубокий С.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Помимо воздействия маркетинговых коммуникаций (МК), на продажу продукта оказывают влияние многие внутренние и внешние факторы. К внутренним факторам в данном разрезе относятся качество продукта, его цена, упаковка. Внешние факторы включают в себя покупательскую способность населения, уровень конкуренции в данной группе, уровень культуры обслуживания. Все эти факторы вызывают сложность определения экономического эффекта именно от применения маркетинговых коммуникаций, поскольку абстрагироваться от вышеперечисленных факторов невозможно. Поэтому целесообразно произвести разделение показателей эффективности маркетинговых коммуникаций на экономические и коммуникативные.

К коммуникативной эффективности можно отнести число новых привлеченных клиентов и посредников, степень укрепления имиджа предприятия, степень увеличения узнаваемости бренда, степень убежденности потребителей в качестве выпускаемой продукции. Такие показатели представляют собой относительную меру измерения эффективности.

К экономическим методам относятся как классические методы оценки эффективности маркетинговых коммуникаций (дополнительный товарооборот, соотношению между дополнительной прибылью и расходами на МК, эффективность затрат на МК), так и эконометрические, основанные на применении регрессионных моделей. Традиционная линейная зависимость величины прибыли от расходов на МК не учитывает временное смещение действия маркетинговых коммуникаций и влияние размеров затрат на маркетинговые коммуникации на величину сбыта. Наиболее точную интерпретацию зависимости дает логарифмическая функция

$$Y = a + \frac{(X_{\text{пр}} - a) \cdot X}{b + X},$$

где Y – прибыль;

a – прибыль при неиспользовании маркетинговых коммуникаций;

b – коэффициент регрессии;

X – расходы на маркетинговые коммуникации;

$X_{\text{пр}}$ – предельная граница насыщения спроса.

Данное уравнение показывает, что существует такое значение X , при котором дальнейшее увеличение затрат на маркетинговые коммуникации ведет все более к меньшему отклику потребителей.

СОДЕРЖАНИЕ

Конечноэлементное моделирование динамики инструментального заточного станка Карабанюк И.А., Щербаченя И.Е., Нефедова Т.А. <i>Научный руководитель – Довнар С.С.</i>	3
Генерация спиральных и дефектных углеродных наноструктур для молекулярнодинамического моделирования Григоренко Т.И. <i>Научный руководитель – Баркалин В.В.</i>	9
Разработка алгоритма детектирования пигментной сети как дерматоскопического критерия диагностики рака кожи Лозовский В.Э., Малахов Т.И. <i>Научный руководитель – Баркалин В.В.</i>	13
Альтернативные антифрикционные материалы для изготовления червячных колес Куприянова Л.И., Ефимик А.В. <i>Научный руководитель – Швец И.В.</i>	16
Центр обработки и коммутации запросов абонентов для специализированной сети мобильной связи Жлобич А.О. <i>Научный руководитель – Зайцев В. М.</i>	21
Обеспечение требуемого уровня достоверности передачи транзакций в мехатронных системах Шевлик В.В. <i>Научный руководитель – Зайцев В. М.</i>	25
Стеганографический алгоритм встраивания информации в картографические изображения Селюжицкая Ю.Н. <i>Научный руководитель – Садов В. С.</i>	28
Геометрическая коррекция разновременных авиационных снимков Романович К.А. <i>Научный руководитель – Мурашко Н. И.</i>	32

Поиск объектов на разновременных авиационных изображениях	
Романович К.А.	
<i>Научный руководитель – Снигирев С. А.</i>	33
Ab-initio моделирование электронных свойств фторидов редкоземельных элементов	
Романова А.Р., Мацук Н.А., Бобачёнок И.А.	
<i>Научный руководитель – Гулай А.В.</i>	35
Исследование ферромагнетизма наноструктурированного оксида цинка. Ab-initio моделирование	
Зеленина М. С., Козлова О. А.,	
<i>Научн. руководитель – Стемпицкий В.Р.</i>	38
Цветовая палитра художественной книги	
Ходар М.С.	
<i>Научный руководитель – Романюк Г.Э.</i>	41
Методы и инфраструктура облачных технологий в производстве устройств микроэлектроники	
Садов С. В.	
<i>Научный руководитель – Козлова Е.И.</i>	51
Визуализация виртуальных миров на основе гибких графических конвейеров	
Копоть А.С.	
<i>Научный руководитель – Шестаков К.М.</i>	55
Моделирование одиночного сбоя в МОП-транзисторе	
Ловшенко И.Ю.	
<i>Научный руководитель – Стемпицкий В.Р.</i>	56
Оптимизация параметров диффузионно-дрейфовой модели	
Боровик А. М., Чан Туан Чунг	
<i>Научный руководитель – Стемпицкий В.Р.</i>	59
Ассоциативное кодирование файлов изображений с использованием хаотических последовательностей	
Трофимук В. Д.	
<i>Научный руководитель – Садов В.С.</i>	62

Arduino как удобная платформа для быстрого моделирования и разработки аппаратно-программных систем 103710 Малахов Т.И. <i>Научный руководитель – Гулай В.А.</i>	66
Диагностика и оценка качества составных толстостенных цилиндров для аппаратов высокого давления, используемых в изготовлении искусственных алмазов Важинская А.В. <i>Научный руководитель – Василевич Ю.В.</i>	69
Расчет на прочность и оценка качества тонкостенных сосудов на основе применения методов и приборов неразрушающего контроля Ворокомская А.А. <i>Научный руководитель – Василевич Ю.В.</i>	74
Диагностика и оценка качества кольцевых стальных пружин Гуринович И.Н. <i>Научный руководитель – Василевич Ю.В.</i>	80
Методы и приборы неразрушающего контроля по оценке качества многослойных труб Дивак В.Н. <i>Научный руководитель – Василевич Ю.В.</i>	85
Прогнозирование ресурса замкнутой цилиндрической оболочки, находящейся под действием внутреннего давления Немкович И.С. <i>Научный руководитель – Василевич Ю.В.</i>	88
Оценка качества и прогнозирование остаточного ресурса стальных канатов грузоподъемного оборудования, используемого на ОАО “Беларуськалий” Томашева О.А. <i>Научный руководитель – Василевич Ю.В.</i>	92
Контроль и оценка остаточного ресурса металлоконструкций грузоподъемных кранов с использованием метода магнитной памяти металла Франков Н.В. <i>Научный руководитель – Василевич Ю.В.</i>	96

Физико-механические процессы при прессовании полимерно-древесных композитов	
Шаркова Ю.В.	
<i>Научный руководитель – Василевич Ю.В.</i>	99
Расчет прочностных и деформационных характеристик натянутого стального троса с оценкой качества его материала	
Шишко М.А.	
<i>Научный руководитель – Василевич Ю.В.</i>	102
Исследование колебаний пластинки в магнитном поле	
Кот П.И.	
<i>Научный руководитель – Луцко Н.Я.</i>	109
Исследование движения лыжника по наклонной плоскости	
Бабина С.С.	
<i>Научный руководитель – Луцко Н.Я.</i>	111
Алгоритм определения углов сил, действующих на звенья рычажного механизма	
Шашко А.Е.	
<i>Научный руководитель – Авсиевич А.М.</i>	112
Интерполяция данных при математическом описании вибрационных воздействий	
Иванов А.Ю.	
<i>Научные руководители – Кудин В.В., Авсиевич А.М.</i>	116
Системный подход к организации рекуперации энергии в мобильных машинах	
Шашко А.Е., Серик А.Л., Хурсевич С.В.	
<i>Научный руководитель – Авсиевич А.М.</i>	118
Сущность и формирование экспортного потенциала предприятия	
Дубойская Н.Д.	
<i>Научный руководитель – Костюкевич Е.Н.</i>	120
Оценка эффективности маркетинговой коммуникативной сети промышленного предприятия	
Бузук В.А.	
<i>Научный руководитель – Попова Н.Д.</i>	121
Развитие транспорта республики беларусь	
Асташевич Н.Г., Гончарова В.В.,	
<i>Научный руководитель – Насонова И.В.</i>	122

Гибкость предприятия как основа его инновационного развития	
Тацевич М.В.	
<i>Научный руководитель – Торская И.В.</i>	124
Управление лояльностью потребителя на рынке продукции производственно-технического назначения	
Барсуков А.А.	
<i>Научный руководитель – Торская И.В.</i>	125
Методы оценки эффективности деятельности предприятия	
Батура А.Г.	
<i>Научный руководитель – Плясунков А.В.</i>	126
Сущность понятия «эффективность»	
Батура А.Г.	
<i>Научный руководитель – Плясунков А.В.</i>	127
Комплексный подход к оценке конкурентоспособности продукции	
Лазакович И.В.	
<i>Научный руководитель – Плясунков А.В.</i>	129
Методы оценки конкурентоспособности предприятия	
Соколовская Н.Л.	
<i>Научный руководитель – Плясунков А.В.</i>	131
Обоснование эффективной стратегии фирмы с помощью SWOT/TOWS-анализа	
Барсуков А.А.	
<i>Научный руководитель – Торская И.В.</i>	132
Оценка экспортного потенциала промышленных предприятий	
Рапун И.А.	
<i>Научный руководитель – Торская И.В.</i>	133
Вопросы применения интернет-технологий в системе обучения	
Гринчук Д.С., Згирская О.С.	
<i>Научный руководитель – Лавренова О.А.</i>	134
Инвестиционная привлекательность как фактор конкурентоспособности	
Абадовская Ю.Л.	
<i>Научный руководитель – Торская И.В.</i>	136

Инновационный потенциал и его роль в эффективной деятельности предприятия	
Голенок М.С.	
<i>Научный руководитель – Торская И.В.</i>	137
Управление лояльностью потребителя продукции производственно-технического назначения	
Тур М.Н.	
<i>Научный руководитель – Торская И.В.</i>	138
Методы совершенствования товарного портфеля предприятия	
Гринчук Д.С.	
<i>Научный руководитель – Торская И.В.</i>	139
Особенности ценообразования на рынке продукции производственно-технического назначения	
Румачик Е.Е.	
<i>Научный руководитель – Торская И.В.</i>	140
Электронные деньги и особенности их применения в Республике Беларусь	
Гедранович П.А., Есипович А.В.	
<i>Научный руководитель – Лавренова О.А.</i>	141
Формирование плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ машиностроительного предприятия	
Ефимчик Е.В.	
<i>Научный руководитель – Адаменкова С.И.</i>	143
Трансфертное ценообразование во внешнеэкономической деятельности	
Будник И.А.	
<i>Научный руководитель – Адаменкова С.И.</i>	144
Анализ развития имк на развивающихся рынках: перспективы Республики Беларусь	
Русак Е.К.	
<i>Научный руководитель – Глубокий С.В.</i>	145
Оценка эффективности маркетинговых коммуникаций промышленного предприятия	
Русак Е.К.	
<i>Научный руководитель – Глубокий С.В.</i>	147