

СПЕЦПРОЕКТ:

АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції

Рівне – Київ – Дніпропетровськ • 30–31 травня 2013 р.

У шести томах

Том 3

Наукові дослідження в технічних галузях

Дніпропетровськ
Видавець Біла К. О.
2013

УДК 53
ББК 73
С 71

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Голова оргкомітету:

Корецький М. Х. – д. держ. упр., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне.

Члени оргкомітету:

- Бакуменко В. Д. – д. держ. упр., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, проректор з наукової роботи Академії муніципального управління, м. Київ;
- Дацій О. І. – д. е. н., професор, Заслужений працівник освіти України, директор Науково-навчального інституту регіонального управління та місцевого самоврядування Академії муніципального управління, м. Київ;
- Бутко М. П. – д. е. н., професор, завідувач кафедри менеджменту організацій та державного управління Чернігівського державного технологічного університету.

С 71 Спецпроект: аналіз наукових досліджень : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф., 30–31 трав. 2013 р. : у 6 т. – Дніпропетровськ : Біла К. О., 2013.

ISBN 978-617-645-132-7

Т. 3 : Наукові дослідження в технічних галузях. – 2013. – 108 с.

ISBN 978-617-645-135-8

У збірнику надруковано матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Спецпроект: аналіз наукових досліджень».

Для студентів, аспірантів, викладачів ВНЗів та наукових закладів.

УДК 53
ББК 73

ISBN 978-617-645-132-7

ISBN 978-617-645-135-8 (Т. 3)

© Авторський колектив, 2013

К. т. н. Телегин В. В., Титов Н. А.

Липецкий государственный технический университет,

Российская Федерация

ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ЛГТУ

Инженерная графика (машиностроительное черчение) является неотъемлемой частью базового (общепрофессионального) цикла общеобразовательной программы подготовки бакалавров, специалистов, а иногда и магистров различных направлений. Так, например, в рамках направления подготовки специалистов по направлению 190109.65 «Наземные транспортно-технологические средства» предполагается, что студенты в процессе изучения дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» должны:

1. Знать способы построения чертежей любой сложности с необходимыми видами и сечениями, в том числе с использованием компьютерной графики, включая выполнение трёхмерных моделей объектов.

2. Уметь выполнять чертежи деталей и сборочных единиц в соответствии с требованиями к конструкторской документации, в том числе с использованием трёхмерного компьютерного моделирования

3. Владеть методами проектирования, в том числе, с использованием трёхмерных моделей.

Аналогичные требования предлагаются стандартами других направлений подготовки. Меняется название дисциплины – «Инженерная графика» в направлении подготовки 150700.62 «Машиностроение» при полном отсутствии в стандарте каких-либо требований разделам изучаемой дисциплины; «Начертательная геометрия», «Инженерная и компьютерная графика» в направлении подготовки 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника», «Компьютерная гра-

фика» в направлении подготовки 150400.62 «Металлургия» при сходных требованиях в стандартах к проектируемым результатам освоения дисциплины.

Традиционно выделяют три взаимосвязанных раздела в графической подготовке студентов: «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Компьютерная графика», изучаемых последовательно в 1-ом, 2-ом иногда 3-ем семестрах (1-ый и 2-ой курс). Такой подход, по мнению авторов, неверен. Компьютерная графика – это не отдельный предмет, а метод обработки графической двухмерной и трёхмерной информации. Овладение этим методом должно начинаться с первого занятия по дисциплине «Начертательная геометрия» и совершенствоваться в процессе всего образовательного процесса.

В данной работе предлагается методика изучения дисциплины «Инженерная графика» с применением возможностей 3D-моделирования системы Autodesk Inventor Professional 2013. Это вторая часть курса (2-ой семестр), рассчитанная, как правило, на 72 или 108 часов. Из них 18 часов лекций, 36 часов практики, остальное – самостоятельная работа, подготовка к зачёту (или экзамену). Для некоторых специальностей лекционный курс не предусмотрен. Апробация курса продолжается в течение двух лет при обучении бакалавров и специалистов по направлениям подготовки 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника» 190109.65 «Наземные транспортно-технологические средства» Липецкого государственного технического университета (ЛГТУ).

В процессе обучения студенты выполняют следующие работы:

1. Основы системы Inventor. Ориентировочно на эту работу затрачивается от пяти до восьми практических занятий. Лекционный курс посвящён знакомству со стандартами ЕСКД. Результат выполнения данного этапа – твердотельная модель достаточно сложной детали и её чертежа (рис. 1).

2. Соединение крепёжными деталями. Сборка в системе Inventor (рис. 2). На рисунке 2 представлен лишь сборочный чертёж. Полный комплект чертежей второй графической работы включает ещё спецификацию и чертежи соединяемых пластин, а также презентацию сборки – разборки соединения. Работа выполняется с помощью мастера проектирования болтовых соединений системы Inventor.

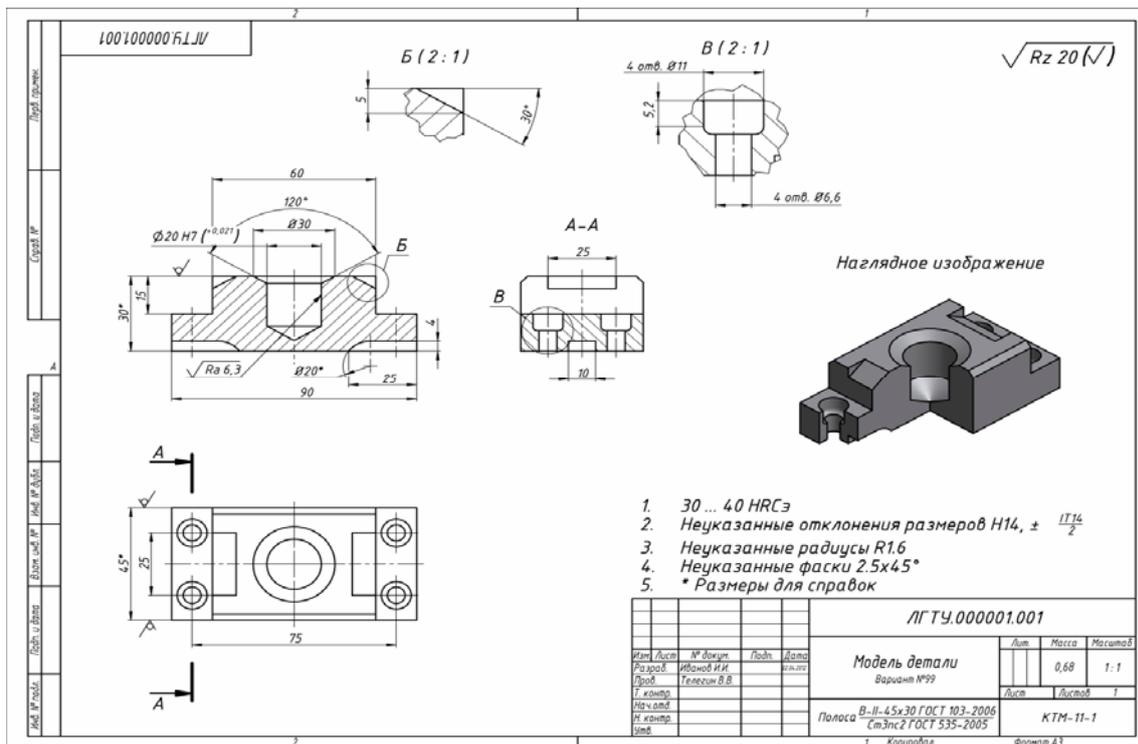


Рис. 1. Трёхмерная модель и чертёж детали в системе Inventor

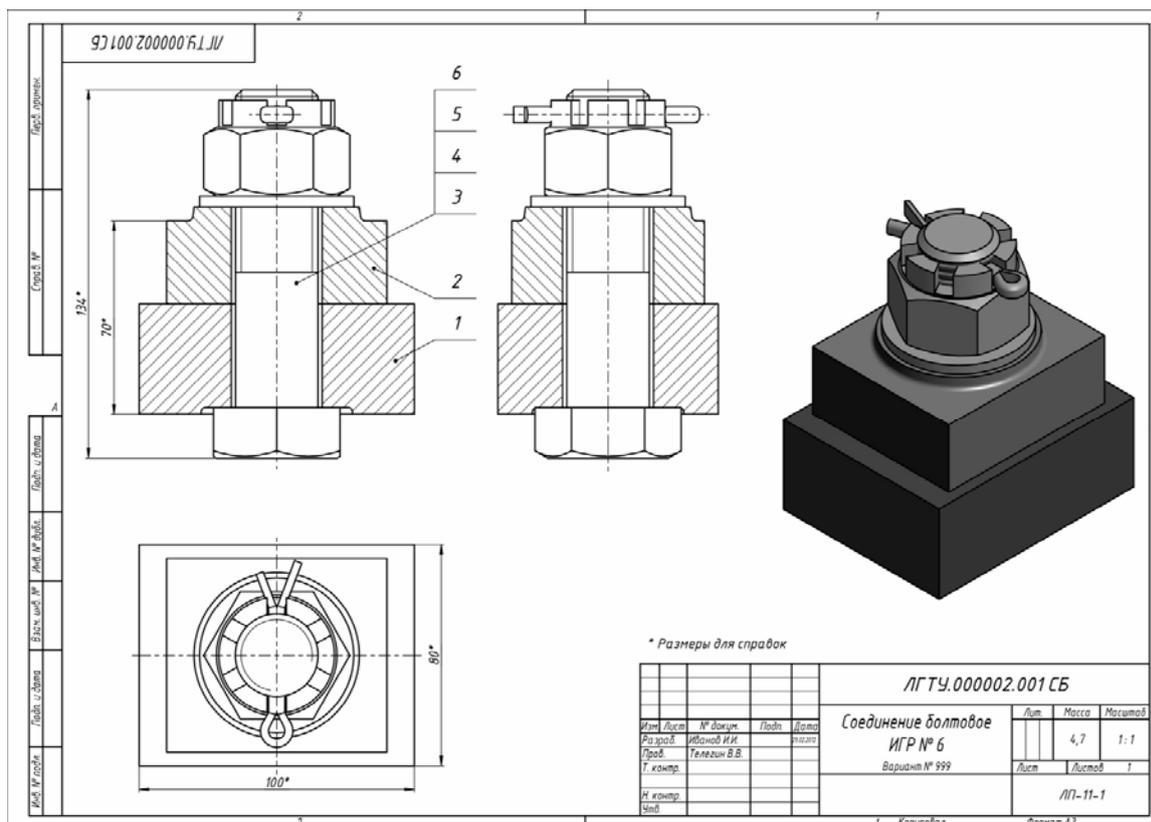


Рис. 2. Соединение болтовое

3. Соединение зубчатых колёс, включающих вал, подшипники, стопорные кольца и шпонку. Работа является заключительной для студентов, курс обуче-

ния которых ограничен 72 часами. Содержание графической части этой работы в данной статье не приводится.

4. Твёрдотельное моделирование сборочной единицы в системе Inventor (рис. 3), создание сборочного чертежа (рис. 4), детализирование и эскизирование.

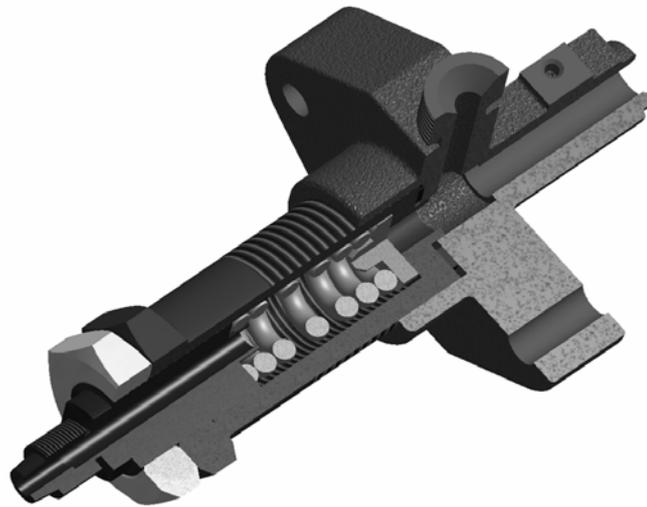


Рис. 3. Сборочная единица. Клапан. Твёрдотельная модель

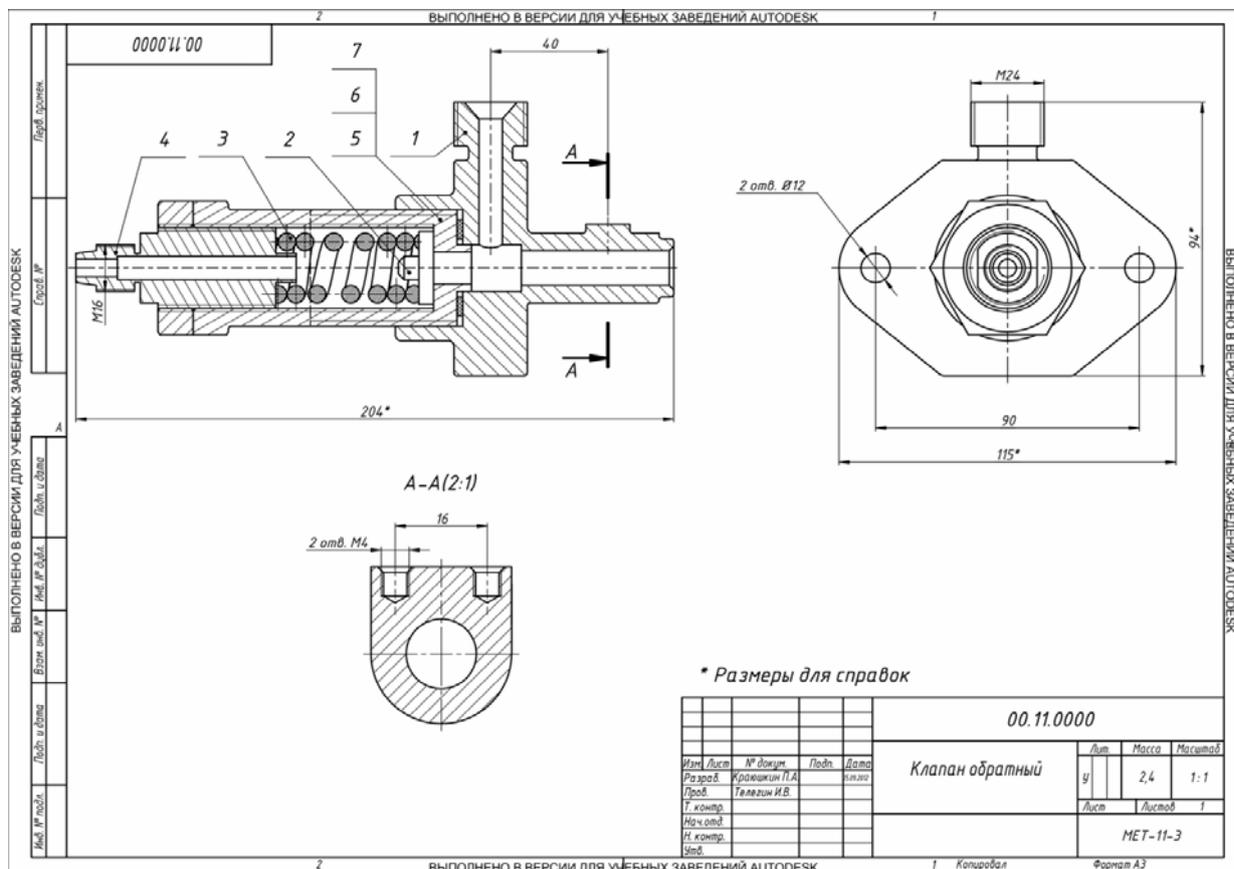


Рис. 4. Клапан. Сборочный чертёж

Д. т. н. Бекренев Н. В. *, к. т. н. Карачаровский В. Ю. *, к. т. н. Фомин А. А. *,
к. т. н. Аврамов М. В. **, Выдыш С. Л. **

* *Саратовский государственный технический университет
имени Ю. А. Гагарина, Российская Федерация;*

** *ОАО «Газпром трансгаз Саратов», Российская Федерация*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ К ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИМ АГРЕГАТАМ

Одними из основных элементов газоперекачивающих агрегатов (ГПА) газотурбинных установок на основе конверсионных реактивных двигателей являются камеры сгорания. Паспортными данными регламентируются определенная мощность, частота вращения ротора турбины и выбросы в окружающую среду соединений классов СОх и NOх. Горелочные устройства ГПА имеют до 137 рабочих отверстий малого диаметра (0,8–1,0 мм), которые расположены в 10 пилонах (радиальных трубках) во взаимно перпендикулярных плоскостях, а также в центральном корпусе. Пилоны закрыты сдвоенным кольцевым кожухом, в котором расположены лопатки-завихрители потока воздуха, поступающего в камеру сгорания за счет эжекции. В процессе эксплуатации выявляется нарушение требуемых параметров горения газозоудшной смеси, что приводит к снижению фактической мощности ГПА, а также повышенному содержанию соединений СОх и NOх, что сказывается отрицательно на экологических показателях агрегата [1]. Отмеченные нарушения проявляются задолго до выработки горелочным устройством паспортного ресурса, что приводит к росту непроизводительных расходов предприятий-транспортировщиков природного газа. Одной из причин указанных нарушений является уменьшение суммарного проходного сечения каналов и отверстий вследствие образовавшихся в ходе эксплуатации химических отложений. В настоящее время эффективным методом очистки изделий

машино- и приборостроения от загрязнений разной природы является ультразвуковая очистка в моющих средах [2]. Однако, вследствие отмеченной выше конструктивной сложности горелочного устройства, содержащего множество «теневых» для распространения ультразвуковых волн зон, известные технологические схемы общей ультразвуковой очистки малоэффективны.

Целью работы являлось определение технической возможности восстановления работоспособности горелочных устройств путем исследования новой схемы ультразвуковой очистки каналов от отложений.

Анализ результатов исследования химического состава отложений в каналах горелочных устройств, демонтированных из двух различных ГПА (табл. 1), позволяет сделать следующие выводы: химический состав отложений в первой и второй пробах принципиально отличается содержанием углерода (во второй пробе примерно в два раза меньше) и различием в составе отложений (во второй пробе отсутствуют сера, кальций, хром, марганец, но присутствует титан); в первой и второй пробах содержится примерно одинаковое количество кислорода и железа; в обоих пробах содержится относительно меньше углерода и серы по сравнению с кислородом и железом, в то же время можно отметить разнообразие металлов.

Таблица 1. Содержание химических элементов в отложениях, извлеченных из горелочных устройств (масс. %)

Эл-т	C	O	Si	S	Cl	Ca	Cr	Fe	Mn	Ti
Проба 1	12,18	33,7	1,82	0,87	0,5	0,275	0,355	52,98	0,52	0
Проба 2	6,85	30,9	0	0,47	0	0	0	62,485	0	0,4

Таким образом, можно предположить, что элементы, характерные для углеводородного сырья и наиболее вероятные для присутствия в составе магистрального газа в качестве загрязнений, составляют не более 7–14 массовых % от других элементов. То есть, причина зашлакованности отверстий и каналов в горелочных устройствах может заключаться также в продуктах взаимодействия природного газа и кислорода атмосферного воздуха, поступающего в смесь за счет эжекции, с материалом корпуса и пилонів при высоких температурах

длительного нагрева. Поэтому для очистки можно использовать моющие средства, рекомендуемые для удаления продуктов химической коррозии металлов.

Для очистки использовали ультразвуковую ванну емкостью 10 л с 5-ю пьезокерамическими преобразователями с резонансной частотой 22 кГц. Питание ванны осуществлялось от ультразвукового генератора УЗГ-И разработки ООО «Ультразвук-ТЕО» мощностью 1,5 кВт. В донной зоне ультразвуковой ванны обеспечивалась регулировка интенсивности ультразвука в диапазоне 0,8–1 Вт/см². В качестве моющей жидкости использовали 10% водный раствор «Вертолина-74». Время одного цикла очистки изменяли от 2 до 5 минут. Результаты очистки оценивали по внешнему виду проблемных зон и по следующей методике: эталонное (до эксплуатации) горелочное устройство помещали в герметичный цилиндр специального стенда; осуществляли через него накачку воздуха в цилиндр до получения избыточного давления 0,4 кг/см² и измеряли кинетику роста давления (время набора каждого 0,1 кг/см² давления), а также общее время набора давления.

В ходе опытов получены следующие результаты. При общей очистке в ультразвуковой ванне наблюдалось видимое разрушение отложений вблизи отверстий на пилонах и уменьшение площади отложений на корпусе. При этом после первого цикла очистки жидкость в ванне приобретала ржавый оттенок, на дне скапливался черный шлам. После ее замены и второго цикла очистки жидкость становилась более светлой, количество шлама уменьшалось. После третьего цикла шлам не наблюдался, однако – пропускная способность горелочного устройства была восстановлена не более чем на 85%. Затем осуществляли очистку с одновременным общим и местным силовым воздействием ультразвукового излучателя по схеме с местным контактом стержневого излучателя и изделия. При определенных условиях на изделии возникали фонтаны распыляемой ультразвуком жидкости, что свидетельствовало о резком росте интенсивности воздействия. Скорость накачки баллона через горелочные устройства после эксплуатации меньше, чем через эталонное устройство на 23–25%. После обработки средняя скорость набора давления в баллоне с горелочным

устройством составила $0,035\text{--}0,037\text{ кг/см}^2\text{с}$, что практически полностью (с расхождением менее 3%) соответствует показателям эталонного горелочного устройства (рис. 1). Увеличение времени очистки более 5 минут не привело к заметному улучшению пропускной способности.

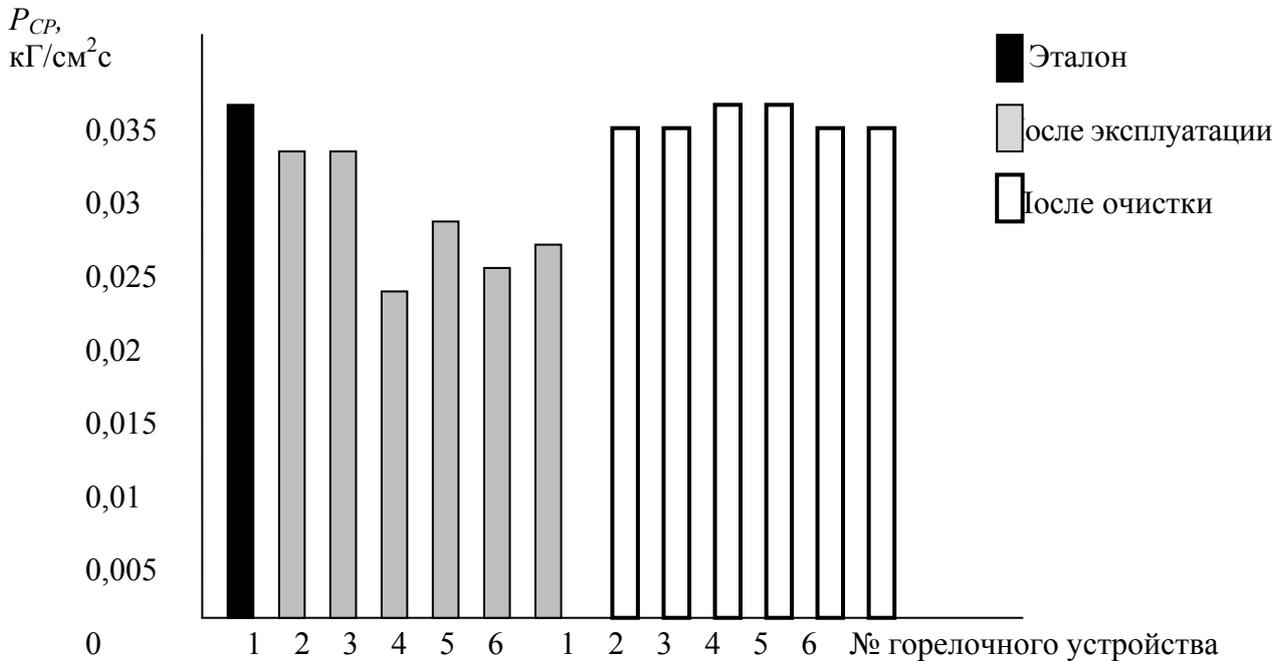


Рис. 1. Средняя скорость набора избыточного давления $0,4\text{ кг/см}^2$ при накачке баллона через горелочное устройство

Таким образом, экспериментальные исследования показали принципиальную возможность восстановления первичных параметров горелочного устройства после ультразвуковой очистки по специальной схеме с сочетанием общего и местного контактного ультразвукового воздействия. Разработанная на основе исследований установка внедряется в системе ОАО «Газпром трансгаз Саратов».

Список использованных источников:

1. Илюшин А. Ф. О необходимости подготовки попутного нефтяного газа для конверсионных авиационных двигателей / А. Ф. Илюшин (ОАО «Томскнефть») // Газотурбинные технологии. – 2012. – № 3. – 48 с.
2. Бржозовский Б. М. Ультразвуковые технологические процессы и оборудование в машино- и приборостроении: учеб. пособ. / Б. М. Бржозовский, Н. В. Бекренев. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2009. – 348 с.

К. т. н. Телегин В. В.

Липецкий государственный технический университет, Российская Федерация

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МЕХАНИЗМАХ МАШИН-АВТОМАТОВ

Под имитационным моделированием в контексте данной работы будем понимать метод исследования, при котором реальный механизм, с достаточно высокой степенью точности подменяется системой сосредоточенных масс, соединённых между собой кинематическими, упруго-диссипативными, в общем случае нелинейными и допускающими разрывы, связями – динамической моделью и её математическим описанием (математической моделью). Экспериментальное исследование на основе таких моделей (численный эксперимент), даёт возможность сделать выводы о степени надёжности, работоспособности механизма при заданных режимах его эксплуатации, а также определить оптимальные параметры этих режимов.

В общем случае уравнения математической модели представляют собой системы обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка, которые могут быть решены лишь численно. Для реализации такого решения исходные дифференциальные уравнения аппроксимируются конечно-разностными схемами (например, метод Рунге-Кутты) – численная реализация математической модели, процесс вычисления которых программируется и осуществляется с помощью компьютера – компьютерная модель.

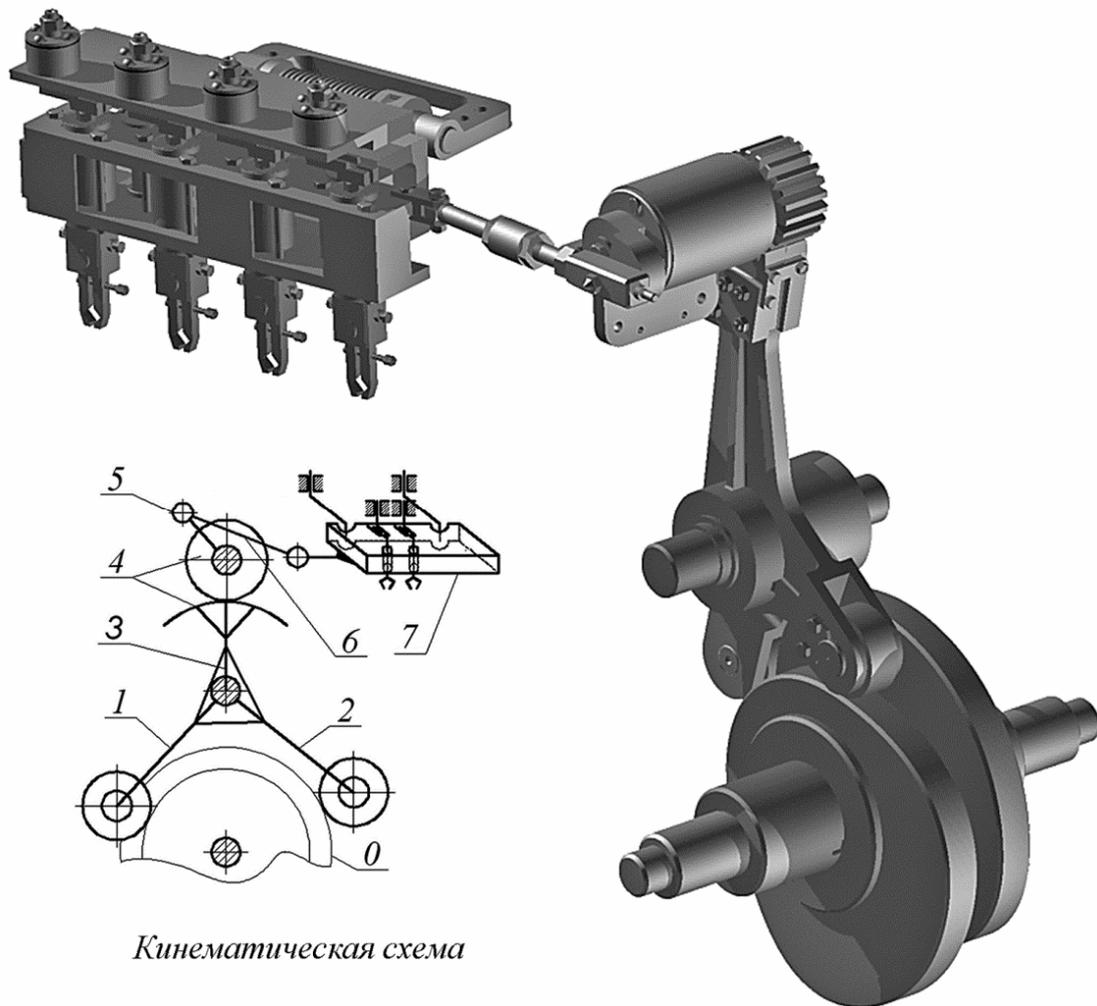
Таким образом, методика исследования динамики любой механической системы (механизма) представляет собой [1; 2]:

- построение цепочки последовательных приближений: реальный механизм – динамическая модель – математическая модель – численная реализация математической модели – компьютерная модель;
- разработка метода количественного и качественного определения уровня динамических процессов, протекающих в механизме и влияющих на его надёжность и работоспособность, под воздействием внешних факторов (скорость

работы, технологические усилия) и изменении внутренних параметров (износ кинематических пар, конструкционные нагрузки, параметры регулировки).

Практической реализацией данной методики является комплекс программ, объединённых в единую систему *dam* (динамический анализ механизмов) [1; 2], позволяющий автоматизировать процесс построения имитационной модели механизма и выполнить его динамический анализ.

В качестве примера на рис. 1 показан механизм переноса многопозиционного холодноштамповочного автомата (ХША) АВ1818, динамические процессы, протекающие в деталях которого будут являться объектом имитационного моделирования.

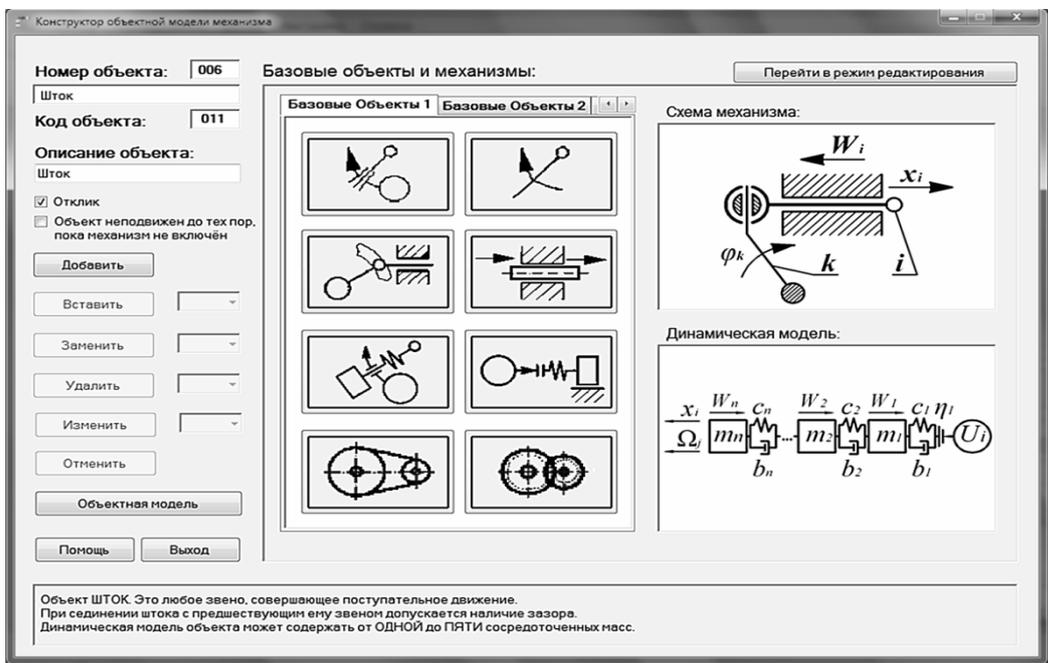


Кинематическая схема

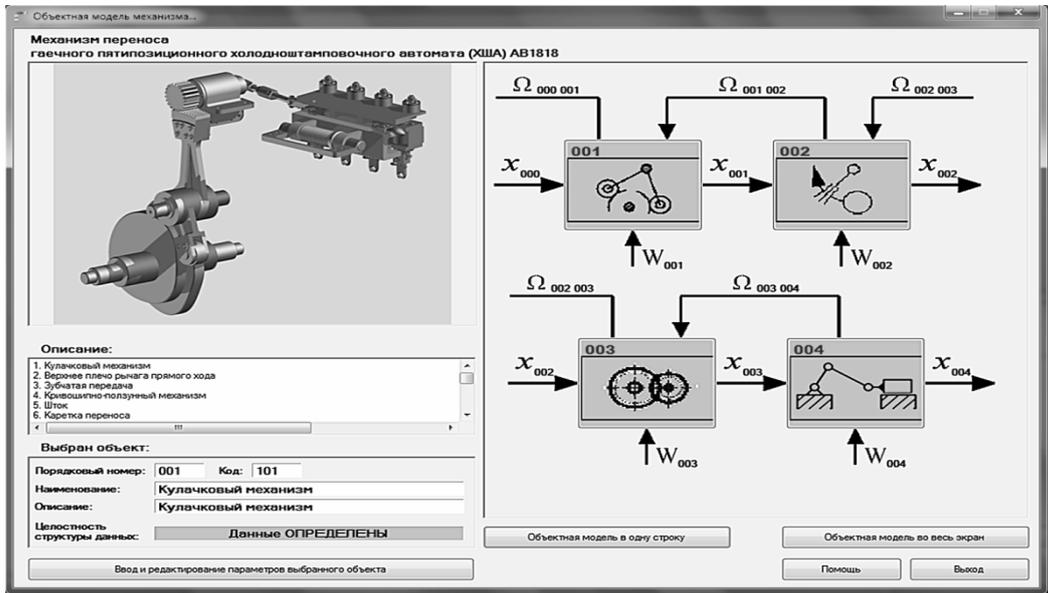
Рис. 1. Механизм переноса холодноштамповочного автомата (твердотельная модель и кинематическая схема):

0 – блок кулачков, 1, 2, 3 – рычаги прямого и обратного хода, 4 – зубчатая передача, 5 – кривошип, 6 – тяга и 7 – каретка переноса

Основой выполнения динамических расчётов, связанных с последующим имитационным моделированием сложной механической системы является её объектная модель [1]. В системе *dam* [2] её построение автоматизировано (рис. 2).



а)



б)

Рис. 2. Объектная модель:

а – конструктор объектной модели, б – окно визуализации объектной модели

На рис. 3 показано основное окно определения параметров имитационного моделирования механизмов и вывода результатов расчётов. Здесь определяется исследуемый объект, на рис. 3 кривошипно-ползунный механизм перемещения

каретки переноса, скорость работы механизма, режим его работы (одиночных ходов или автоматический), начальное и конечное положение входного звена. Значения данных объектов: количество масс, кинематические, упруго-инерционные и диссипативные характеристики, нагрузки, параметры зазоров и погрешности изготовления назначаются при разработке объектной модели механизма. Некоторые из этих данных (зазоры, погрешности изготовления, силы диссипации, трения, конструкционные нагрузки и технологические усилия) могут быть исключены из процесса моделирования.

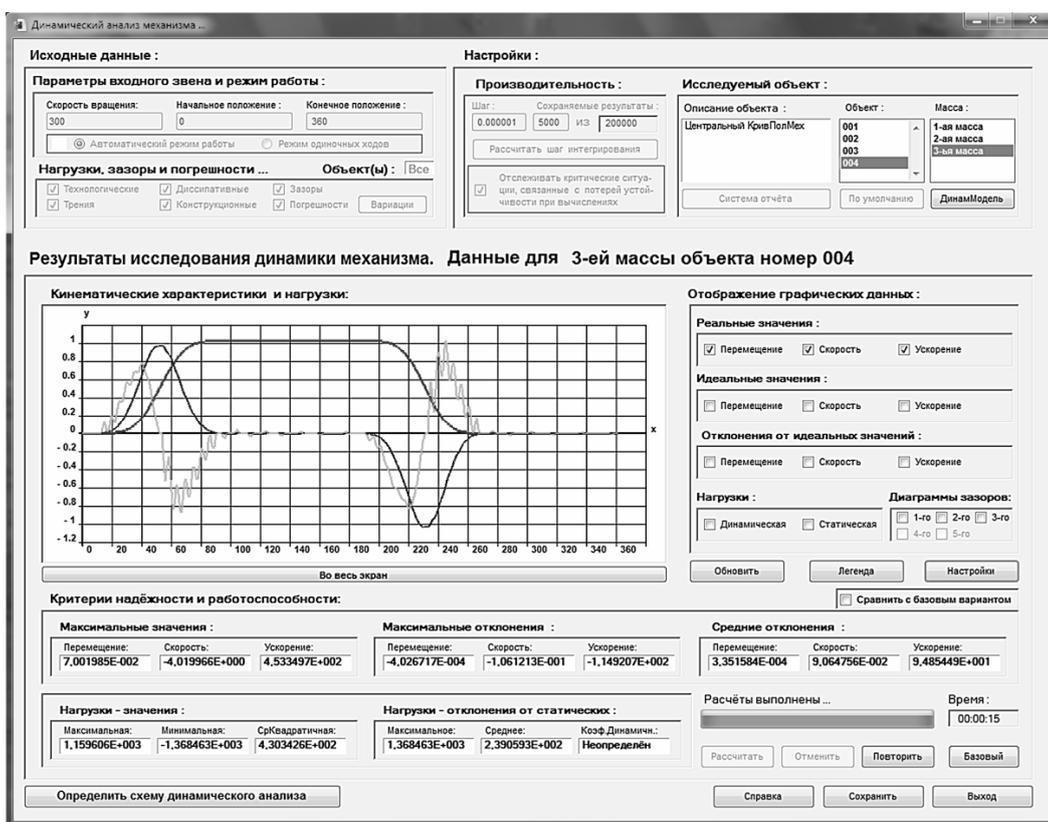


Рис. 3. Исследование динамики механизмов в системе *dam*

При построении стратегий имитационного моделирования, кроме того, имеется возможность изменить значения большинства параметров объектов в окне «Вариации параметров объектной модели». Возможности вариации параметров объектной модели, как следует из рис. 4, весьма велики.

Оценка работоспособности исследуемого механизма может быть выполнена на основании двух категорий показателей, определяющих уровень и харак-

тер динамических процессов, протекающих при имитации работы механизма при заданных условиях: графического отображения данных и расчётных значений ряда критериев (рис. 3).

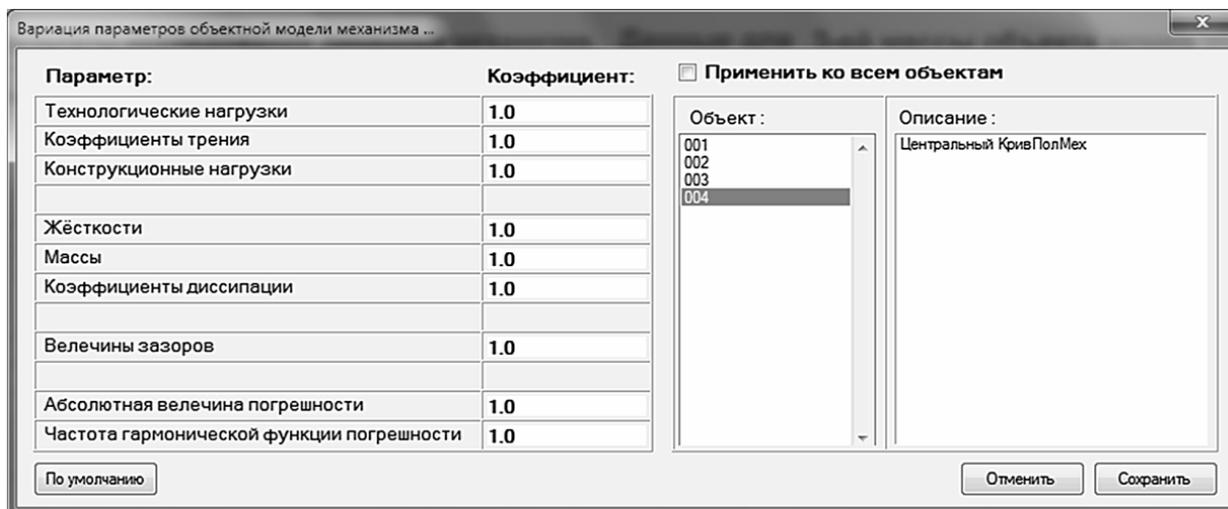


Рис. 4. Вариация параметров объектной модели

Процесс построения схем исследования надёжности и работоспособности механизма может быть автоматизирован путём использования уже готовых решений. Количество таких решений, предоставляемых пользователю системой *dam*, – восемнадцать. При реализации каждого из них имеется возможность оценить работоспособность механизма по десяти критериям.

Список использованных источников:

1. Телегин В. В. Объектно-ориентированный подход и его компьютерная реализация в задачах исследования динамики механизмов / В. В. Телегин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. – Т. 12, №4(3). – С. 623–628.
2. Телегин В. В. Система динамического анализа механизмов (*dam*) / В. В. Телегин // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012610572 от 10.01.2012. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (РОСПАТЕНТ).

Телегин И. В.

Липецкий государственный технический университет, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КРИВОШИПНЫХ ПРЕССОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ ШТАМПОВКИ КРУГЛЫХ В ПЛАНЕ ПОКОВОК

Оптимизации параметров технологического процесса в условиях массового производства чаще всего сводится к гарантии отсутствия дефектов штамповки, снижению износостойкости инструмента и металлоёмкости. Кривошипный горячештамповочный пресс (КГШП) выбирают с достаточно большим запасом по усилию, компенсируя тем самым неучтённые при использовании традиционных методик расчёта возможные динамические нагрузки в его элементах.

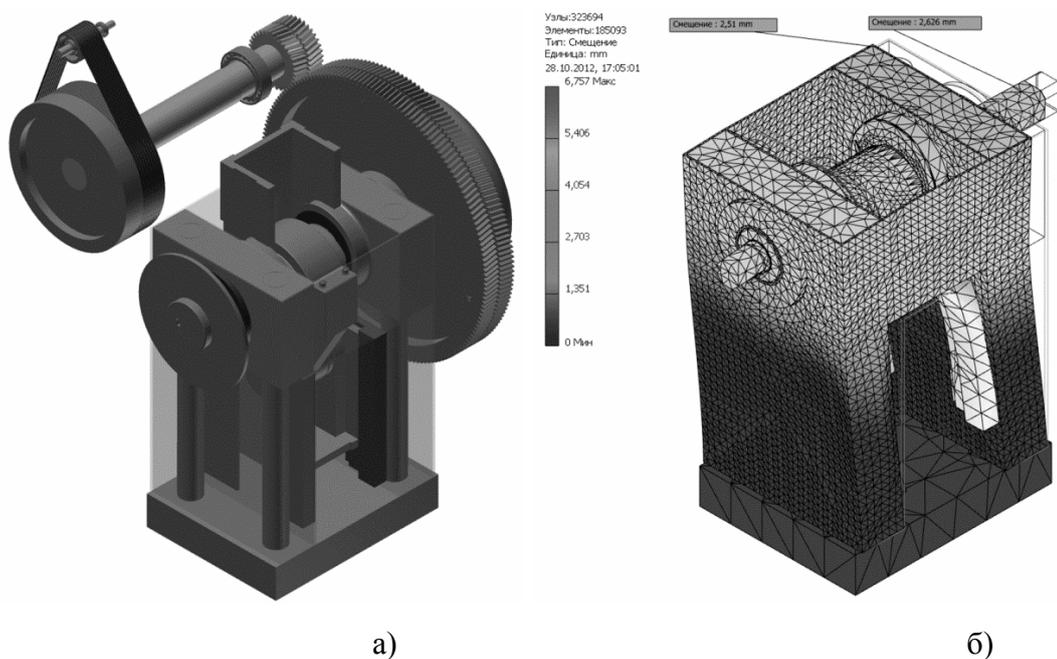


Рис. 1. Твёрдотельная модель (а) и результаты расчётов деформаций пресса (б)

На рис. 1 представлены результаты моделирования деформаций КГШП К8544 под воздействием статической нагрузки равной 25 Мн в момент позиционирования ползуна в крайнем нижнем положении. Ползун и шатун на рис. 1б не показаны. Как следует из приведённых данных, смещения элементов пресса вследствие их деформаций (рис. 1) достигают заметных величин (больше 2 мм).

Учитывая достаточно высокую скорость работы прессы (60 ходов в минуты) и большие значения масс его элементов, следует ожидать и развитие существенных динамических процессов в системе КГШП – технологический процесс ГОШ.

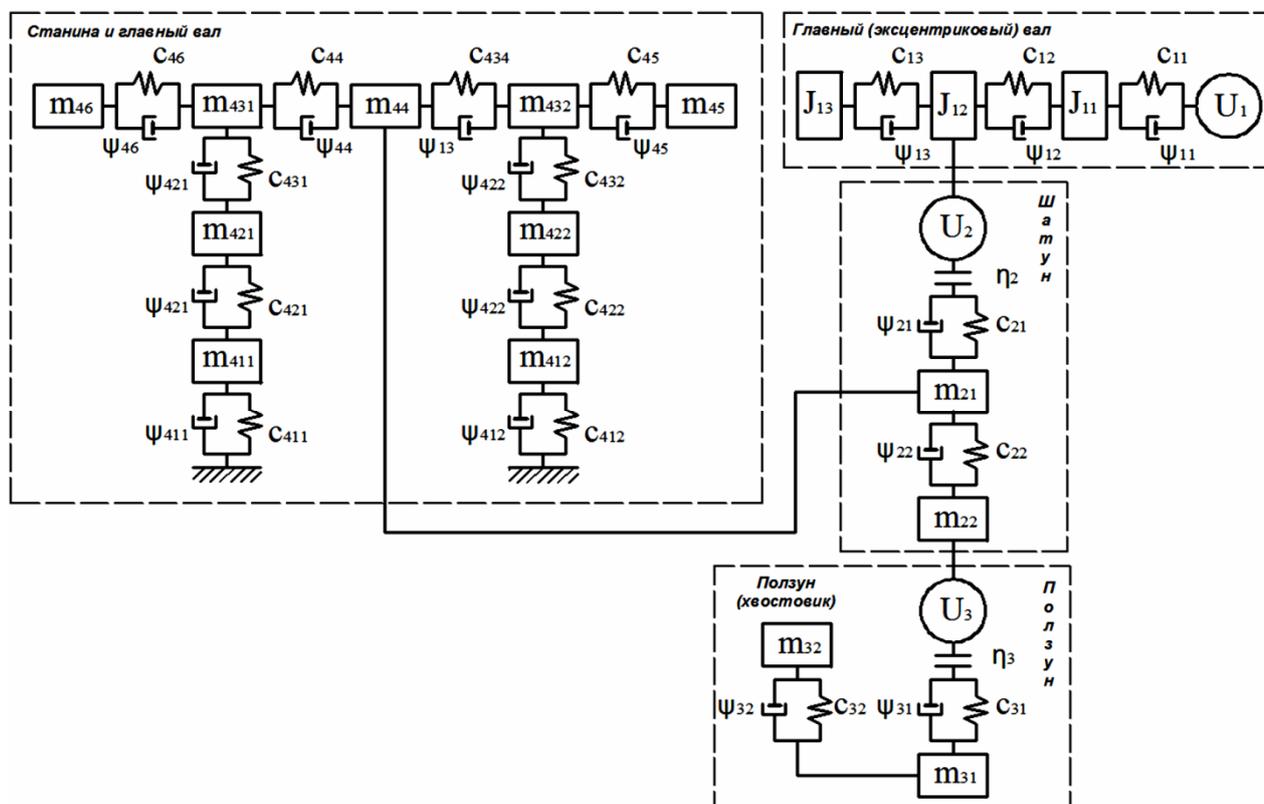


Рис. 2. Динамическая модель главного исполнительного механизма кривошипного горячештамповочного прессы

Динамическая модель КГШП (рис. 2) представляет собой систему сосредоточенных масс, соединённых упруго-диссипативными связями. Структура и основные характеристики динамической модели следующая:

1. Главный (эксцентриковый) вал – трёхмассовая динамическая модель. Расчёт крутильных колебаний. Первая масса – участок вала от ступицы зубчатого колеса до эксцентрика. Вторая масса – эксцентрик. Третья масса – фрагмент главного вала после эксцентрика и диски тормоза.

2. Шатун – двухмассовая динамическая модель. Предполагается, что шатун работает только на растяжение-сжатие. В соединении шатун–эксцентрик имеется зазор. Жёсткости шатуна на растяжение и сжатие различны.

3. Ползун – двухмассовая динамическая модель. Первая масса сам ползун, вторая – его хвостовик. В соединении ползун – шатун имеется зазор.

4. Станина и главный вал – девятимассовая динамическая модель. Массы m_{41i} , m_{4i} , m_{4i} – левая ($i=1$) и правая ($i=2$) стойки станины. Деформация только растяжение-сжатие. Массы m_{44} (эксцентрик), m_{45} (муфта), m_{46} (тормоз) – главный вал. Деформация растяжение сжатие и изгиб.

Математическая модель КГШП – уравнения движения масс её динамической модели (рис. 2), представляет собой систему шестнадцати обыкновенных, нелинейных, кусочно-непрерывных дифференциальных уравнений второго порядка. Результатом её численного решения являются нагрузки (текущие, средние, максимальные) в звеньях кривошипно-ползунного механизма и станины, их кинематические характеристики и целый ряд других критериев, позволяющих оценить работоспособность системы КГШП – технологический процесс ГОШ.

Рассмотрим методику исследования динамики КГШП на примере изготовления каретки синхронизатора коробки передач грузового автомобиля (рис. 3).

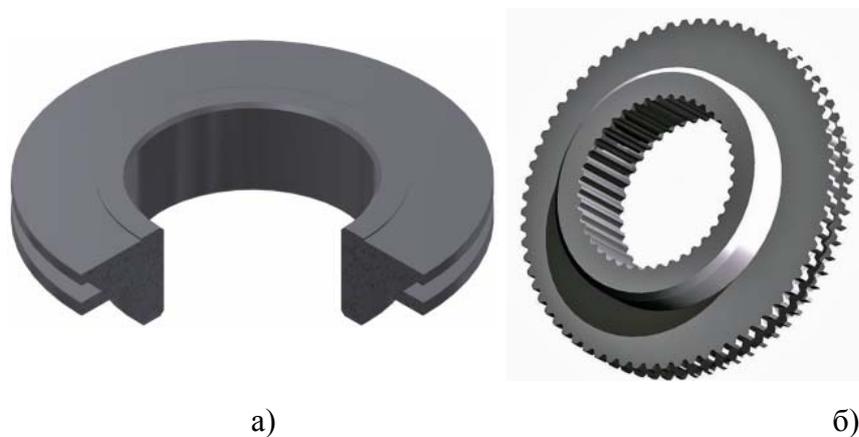


Рис. 3. Каретка синхронизатора коробки передач:
а) – проектируемая деталь, б) – готовое изделие

На рис. 4 и 5 приведены две технологические схемы штамповки изделия (рис. 3). Вторая схема позволяет уменьшить у поковки припуски на механическую обработку за счёт уменьшения штамповочных радиусов. Однако другим следствием изменения традиционной технологии явилось увеличение почти на 6% максимального значения технологического усилия штамповки на предварительном переходе (рис. 4в и 5в).

Сравнение традиционных и новых технологических процессов будем проводить на основе анализа значений крутильных колебаний главного вала прессы – массы J_{12} для предварительного штамповочного перехода, как более нагруженного (рис. 4в и 5в). Данные расчётов, полученных в результате численного решения дифференциальных уравнений движения масс (2–4) динамической модели (рис. 2) приведены на рис. 6.

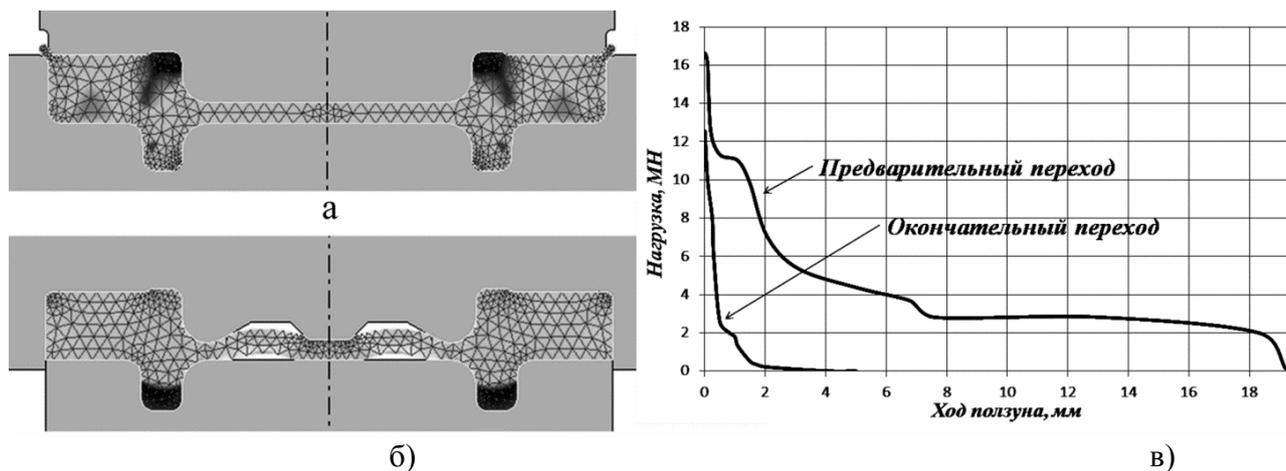


Рис. 4. Второй – а) и третий – б) переходы изготовления поковки каретки синхронизатора по традиционной технологии и технологическая нагрузка на ползуне прессы – в)

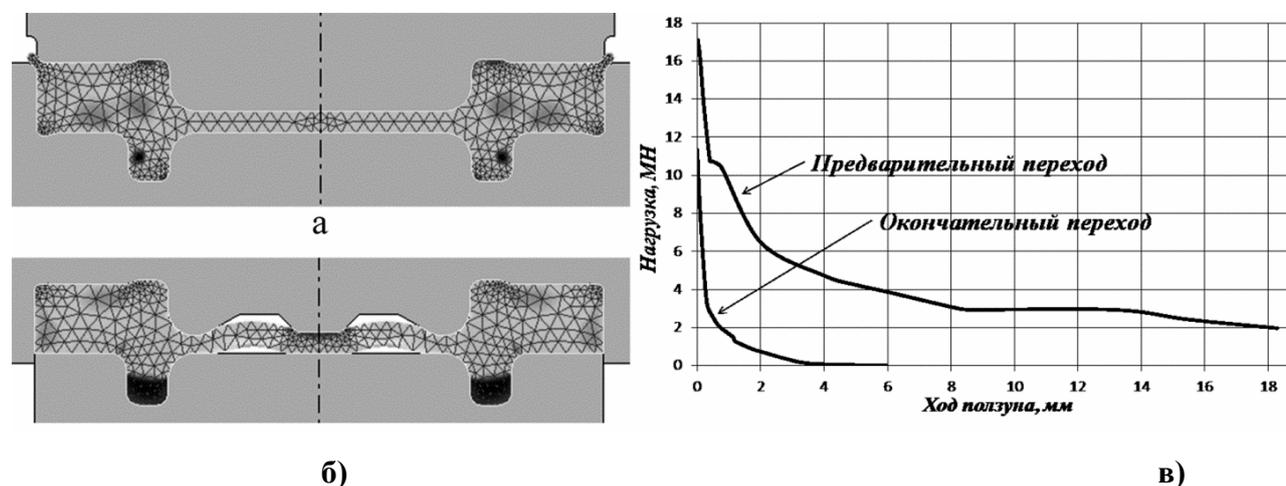
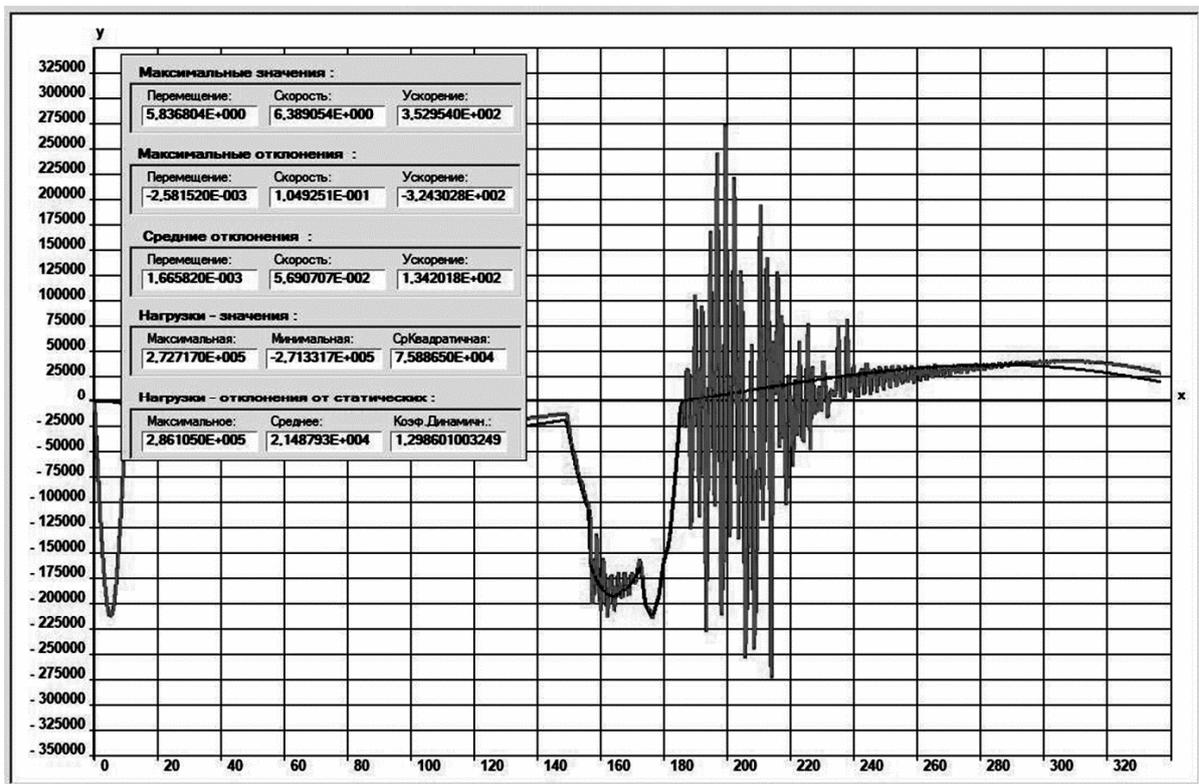
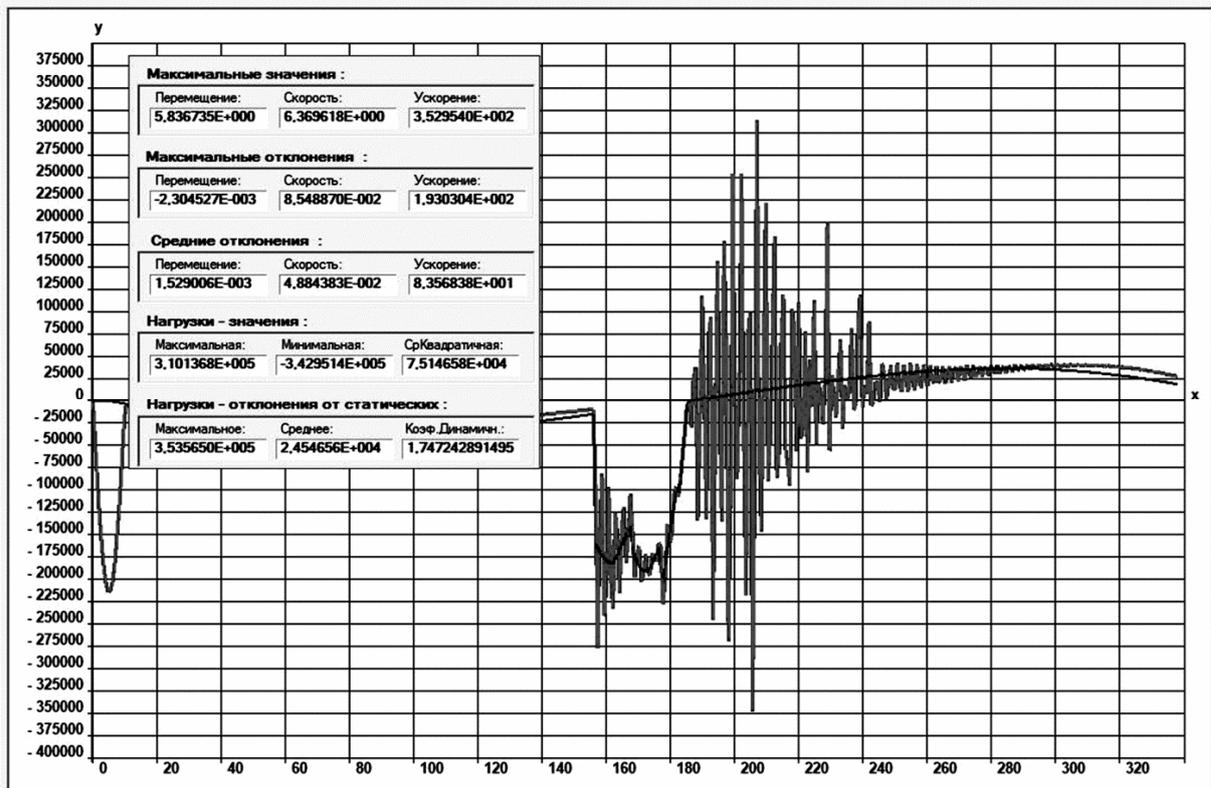


Рис. 5. Второй – а) и третий – б) переходы изготовления поковки каретки синхронизатора по новой технологии и технологическая нагрузка на ползуне прессы – в)

Визуальное сравнение графиков динамических нагрузок в главном (эксцентриковом) вале КГШП позволяет сделать вывод о незначительных изменениях динамических процессов в системе КГШП – ГОШ. Новая технология изготовления поковки может быть рекомендована для производства.



а)



б)

Рис. 6. Изменение статического и динамического крутящего момента на главном вале прессы для традиционной – а) и новой технологии: x – угол поворота главного вала в градусах, y – крутящий момент в н·м

Д. т. н. Будаи Б. Т., Снегин К. А.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ЭФФЕКТИВНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ПРИ РЕШЕНИИ ОХРАННЫХ ЗАДАЧ

В настоящее время все чаще возникают задачи высокоэффективного обнаружения объектов в сложных условиях наблюдения: при плохой видимости, на больших дальностях $l_{обн}$, при малых размерах объектов $r_{об}$

$$\begin{cases} l_{обн} \sim 10^{0,5} \text{ км}, \\ r_{об} \sim 1 \text{ м}. \end{cases}$$

Известно, что при выборе спектральных диапазонов для обнаружения объектов кроме ограничений по ослаблению сигнала в атмосфере другим ограничивающим фактором является дифракция, так как разрешающая способность изображения δ пропорциональна длине волны λ и обратно пропорциональна апертуре передающей антенны d [1, с. 281]

$$\delta \approx \lambda / (2 \cdot d).$$

В отличие от задач военного назначения, кроме вышеназванных ограничений, при создании охранных систем (ОС) имеются другие ограничения, заключающиеся в том, что ОС должны быть малогабаритны, скрытны и недороги.

Активная радиолокация позволяет эффективно обнаруживать объекты в сложных условиях наблюдения. Однако в соответствии с выражением (2) даже в наиболее коротковолновом диапазоне при длине волны $\lambda = 3 \text{ мм}$ требуемый диаметр антенны $d \sim 10^{0,5} \text{ м}$, что в большинстве случаев применения ОС недопустимо. Кроме того, активный способ локации не обеспечивает скрытность.

Для обеспечения малогабаритности и скрытности применяют оптические системы. Однако в оптическом диапазоне длин волн, в отличие о радио-

локационного, велико затухание в атмосфере, определяемое коэффициентом затухания $K_{зат}(l, \lambda)$ [2, с. 186]: $K_{зат}(l, \lambda_{cp}) = \exp(-l \cdot \alpha(\lambda_{cp}))$, где $\alpha(\lambda_{cp})$ – показатель затухания как функция средней длины волны принимаемого диапазона λ_{cp} .

При наиболее вероятных метеовидимостях $10\text{км} < L_{МДВ} < 20\text{км}$

$$\alpha(\lambda_{cp}) \approx 2 / (L_{МДВ} \cdot \lambda_{cp}),$$

где $l, L_{МДВ}$ измеряются в км, λ_{cp} – в мкм.

Из выражения (3) следует, что лучшее пропускание в тепловизионном диапазоне при длине волны $\lambda_{cp} \approx 10^1 \text{ мкм}$. При этом разрешающая способность изображения (2) достигается даже при малых размерах объектива $d \sim 10^{-1} \text{ м}$. Но эффективные ТПВ стоят порядка 300 тыс. дол., что для многих ОС дорого.

Для обеспечения малых габаритов, приемлемой стоимости ОС применяют типовой телевизионный диапазон, при этом $\lambda \approx (0,4 \dots 0,7) \text{ мкм}$ и $\lambda_{cp} \approx 0,55 \text{ мкм}$. Малая средняя длина волны приводит к большому затуханию в атмосфере. Поэтому при плохой видимости применяют лазерную подсветку. Однако даже такие меры приводят к малой дальности обнаружения [3]

$$l_{обн} \leq 1,5 \text{ км},$$

вместо требуемых значений (1).

Таким образом, применение традиционных телевизионных приемников со малой средней длиной волны и лазерной подсветкой, во-первых, приводит к малой дальности обнаружения (4); во-вторых, не обеспечивает скрытность.

Для решения вышеизложенных задач можно использовать видеокамеру WAT-910HX японской компании Watec Co. [4]. Во-первых, средняя длина волны этой камеры смещена в длинноволновую область, что обеспечивает большую среднюю длину волны $\lambda_{cp} \approx 0,9 \text{ мкм}$, и как следствие, меньшее затухание в атмосфере (3); во-вторых, камера формирует изображение с разрешением

$$R = 570 \text{ твл.}$$

Видеокамера функционирует при освещенностях до 0,000005 лк, что соответствует беззвездной ночи. На рис. 1 представлены изображения, наблюдаемые

на дальности, соответствующей (1): полученные обычной видеокамерой (рис. 1а), видеокамерой WAT-910HX (рис. 1б).

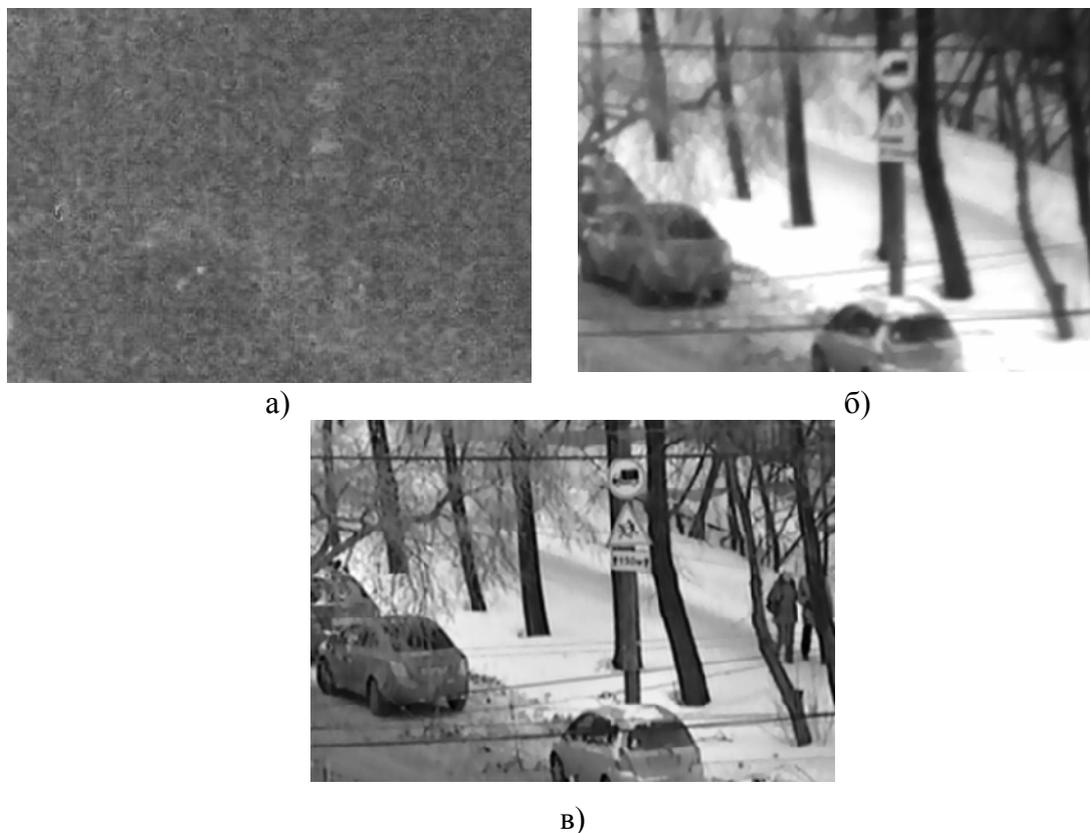


Рис. 1. Сравнение изображений

Из рис. 1б видно, что разрешающая способность изображения меньше рекламируемой (5). Это обусловлено тем, что обычно указывается максимальная разрешающая способность при оптимальной яркости (рис. 2а). При уменьшении яркости изображения разрешающая способность значительно уменьшается, что видно из рис. 2г, рис. 2в, рис. 2б. Однако это уменьшение удастся компенсировать электронным способом практически до значений (5) (рис. 1в) [5, с. 88]. При этом следует отметить, что стоимость ОС с использованием видеокамеры WAT-910HX не более 5 тыс. долл., что обычно не превышает допустимых затрат на приобретение ОС.

Таким образом, для решения охранных задач проанализирована возможность эффективного не только обнаружения, но и распознавания изображений объектов. При этом показано, что возможно одновременно обеспечить требуе-

мую чувствительность, высокую разрешающую способность, а также малогабаритность, скрытность и малую стоимость охранных систем. Это достигается при использовании высокочувствительных телевизионных систем, у которых принимаемый диапазон смещен в область длинных волн, а также при использовании электронной компенсации «смаза» изображений.

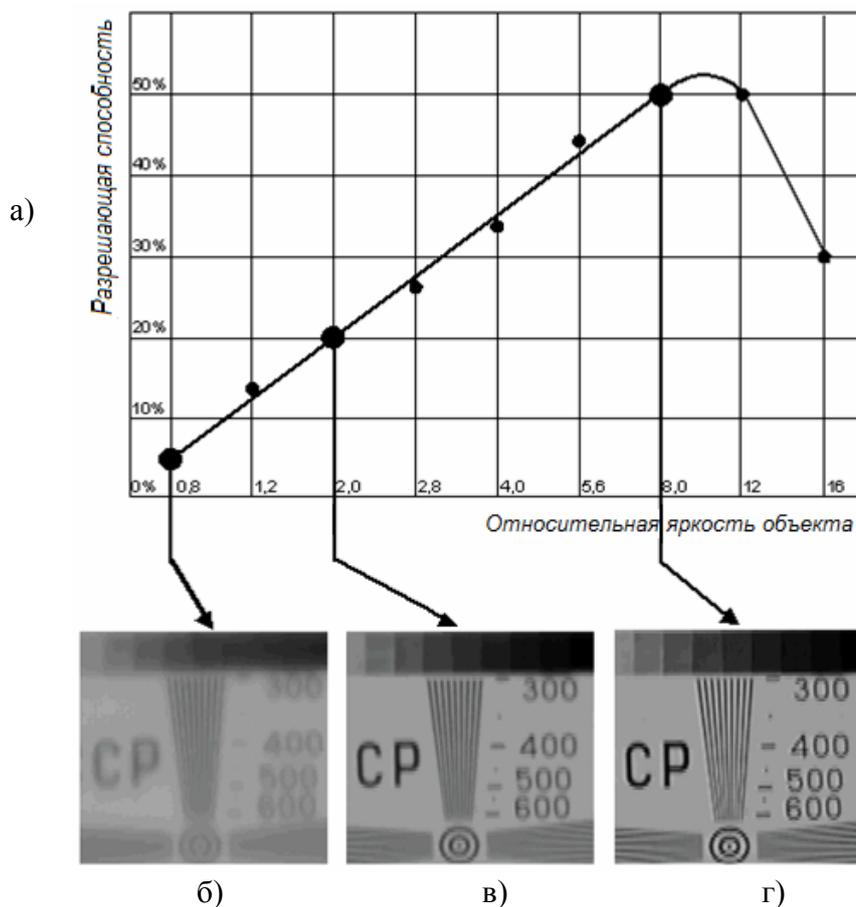


Рис. 2. Изменение разрешающей способности изображений в зависимости от относительной яркости объекта

Список использованных источников:

1. Якушенков Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов / Ю. Г. Якушенков. – М.: ЛОГОС, 1999. – 480 с.
2. Криксунов Л. З. Справочник по инфракрасной технике / Л. З. Криксунов. – М.: Сов. радио, 1978. – 400 с.
3. Тактико-технические характеристики оптико-электронной системы СФЕРА-06 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.npo-karat.ru/catalog/11-26/>
4. Электронный ресурс. – Режим доступа: http://www.arcosystems.ru/system/black-white_cameras.htm
5. Василенко Г. И. Восстановление изображений / Г. И. Василенко, А. М. Тараторин. – М.: Радио и связь, 1984. – 304 с.

Д. т. н. Будаи Б. Т., Снегин К. А.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ КРИТЕРИЕВ СИНТЕЗА ФИЛЬТРОВ

В прошлом веке при синтезе фильтров исходили из критерия реализуемости фильтров. В настоящее время в связи с развитием цифровой техники возможно создание фильтров, которые могут быть синтезированы почти без ограничений на реализуемость. При этом оказывается, что многие общеизвестные критерии синтеза фильтров, эффективные при решении одних задач, оказываются малоэффективны при решении других задач, и наоборот. Это вызывает необходимость выбора эффективных критериев синтеза, соответствующих конкретным задачам фильтрации.

Изначально в приемнике $U_{np}(t)$ принимали сигналы от объекта $U_c(t)$: $U_{np}(t) \approx U_c(t)$. Однако затем возникли задачи выделения сигнала $U_{np}(t)$ из аддитивной смеси сигнала $U_c(t)$, помехи $U_n(t)$ и шума $U_u(t)$ [1; 2]

$$U_{np}(t) = U_c(t) + U_n(t) + U_u(t). \quad (1)$$

На рис. 1 показаны типовые спектры сигнала $G_c(f)$ (штриховая линия), помехи $G_n(f)$ (пунктирная линия) и шума $G_u(f)$ (штрих-пунктирная линия).

На рис. 2 представлен пример реализации смеси $U_{np}(t)$ (1) колоколообразного сигнала от объекта $U_c(t)$ с центром в точке $t_{об}$ и медленно изменяющейся помехи $U_n(t)$ с перегибом в точке t_n . Задачи выделения сигнала из смеси с помехой можно разделить на задачи линейной и нелинейной фильтрации.

Сущность нелинейной фильтрации заключается в том, что сигнал от объекта наиболее вероятно находится в центре плотности распределения смеси (1). Тогда растяжение динамического диапазона смеси до равномерной плотности распределения должно приводить к увеличению контраста сигнала от объекта и к уменьшению контраста от помехи, то есть к повышению отношения сигнал/помеха [3]. Однако в достаточно распространенном случае коррелированной помехи, от объекта $U_c(t)$ с центром в точке $t_{об}$ и медленно изменяющейся помехи $U_n(t)$ с

перегибом в точке t_n . Задачи выделения сигнала из смеси с помехой можно разделить на рассмотренном на рис.2, смесь (1) изначально имеет распределение, близкое к равномерному. Поэтому такая фильтрация практически не изменит изначальную смесь (1).

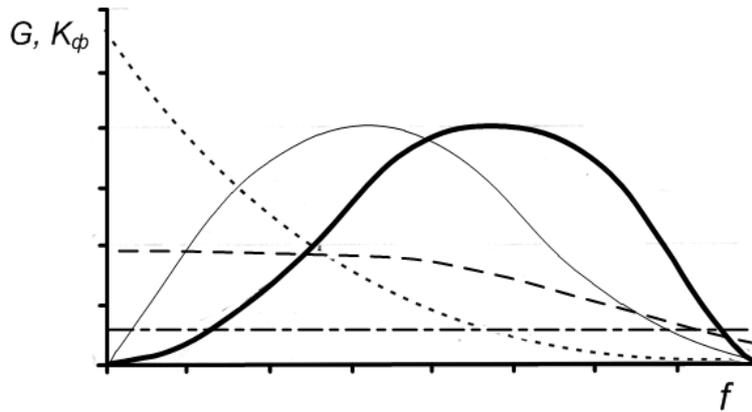


Рис. 1. Спектры сигналов и помех. Коэффициенты передачи типовых линейных фильтров

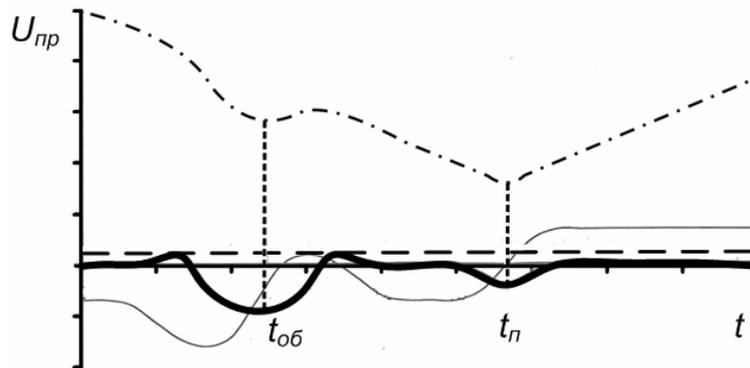


Рис. 2. Устранение неоднозначности при обнаружении сигнала

Линейную фильтрацию с учетом [3, с. 88] можно представить в виде

$$\mathcal{U}_{np}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} U_{np}(t-\tau) \cdot h(\tau) \cdot d\tau, \quad (2)$$

где $h(\tau)$ – импульсная характеристика (ИХ) фильтра $h(\tau)$. Изначально применяли фильтры, которые наиболее просто реализуются аналоговым способом. Например [2]

$$h_1(\tau) = \begin{cases} -1/\tau_0, & -\tau_0 < \tau \leq 0, \\ 1/\tau_0, & 0 < \tau \leq \tau_0, \end{cases} \quad (3)$$

где τ_0 – параметр фильтрации, определяемый длительностью сигнала. ИХ (3) обеспечивает формирование усредненной первой производной [2]. На рис. 2

тонкой линией представлена оценка $\mathcal{U}_{np.1}(t)$ (2) с ИХ (3). При применении такой фильтрации (3) оценка координаты объекта $\xi_{об}$ определяется как момент времени смены знака оценки $\mathcal{U}_{np.1}(t)$ с отрицательного на положительный при условии, что в окрестности оценки $\xi_{об}$ оценка сигнала выше порогового уровня $\mathcal{U}_{np.1} > U_{nop}$. На рис. 2 представлена ситуация, когда отклик от объекта $\mathcal{U}_{np.1}(t)$ не превышает порогового уровня U_{nop} (штрих), в то время как сигналоподобный отклик $\mathcal{U}_{np.1}(t)$ превышает пороговый уровень в окрестности координаты перегиба сигналоподобной помехи t_n .

Для устранения неоднозначности при определении координаты $t_{об}$ и подавлении помех от местных предметов можно рассмотреть коэффициент передачи (КП) фильтра $K_\phi(f)$, оптимальный по критерию минимума среднеквадратической ошибки [3, с. 88] :

$$K_\phi(f) = \frac{G_c^2(f)}{G_c^2(f) + G_n^2(f) + G_u^2(f)}. \quad (4)$$

Применение оптимального ФСЧ с КП (4) не представляется возможным вследствие бесконечного отклика ИХ и наличия дробных коэффициентов такой ИХ ФСЧ. Рассмотрим ФСЧ с ИХ $h_2(\tau)$, имеющий такую же шумовую полосу и такую же ограниченную длительность ИХ, что и ИХ традиционного ФСЧ (3)

$$h_2(\tau) = \begin{cases} -1/\tau_0, & (-\tau_0 < \tau \leq -\tau_0/2) \cup (\tau_0/2 < \tau \leq \tau_0), \\ 1/\tau_0, & (-\tau_0/2 < \tau \leq -\tau_0/2). \end{cases} \quad (5)$$

ФСЧ (2) с ИХ (5) обеспечивает устранение неоднозначности в оценке координаты $\xi_{об}$, так как эта оценка определяется как минимум сигнала, независимо от количества переходов через «0» оценки $\mathcal{U}_{np.2}(t)$ (2). На рис. 1 сплошными линиями показаны: коэффициент передачи ФСЧ с ИХ (3) (тонкая линия) и коэффициент передачи ФСЧ с ИХ (5) (толстая линия). Оказывается, что ФСЧ с ИХ (5) оказывается лучшей аппроксимацией оптимального фильтра (4), что и позволяет более эффективно подавлять помеху от местных предметов.

Таким образом, ФСЧ с ИХ (5) по сравнению ФСЧ с ИХ (3) обеспечивает большую эффективность при обнаружении сигнала. Однако этот факт не является гарантией того, что ФСЧ с ИХ (5) всегда эффективнее ФСЧ с ИХ (3). В подтверждение этому на рис. 3 представлены: исходное изображение котенка (рис. 3а); изображение котенка, отфильтрованное ФСЧ с ИХ (3) по горизонтали (рис. 3б); изображение котенка, отфильтрованное ФСЧ с ИХ (3) по вертикали (рис. 3в); изображение котенка, отфильтрованное ФСЧ с ИХ (5) по горизонтали и вертикали (рис. 3г). Применение каждого из вышеназванных фильтров выделяет разные характерные состояния котенка: улыбчивость, сосредоточенность, свирепость.

Подобные подходы к фильтрации эффективны, например, при попытке выделить изображения лиц людей, пытающихся совершить преступление: улыбчивый человек вряд ли намерен совершить преступление, в то время как чрезмерно сосредоточенный или свирепый более вероятно способен на такой шаг. Поэтому каждый из вышерассмотренных фильтров оказывается эффективен при решении своей задачи фильтрации.

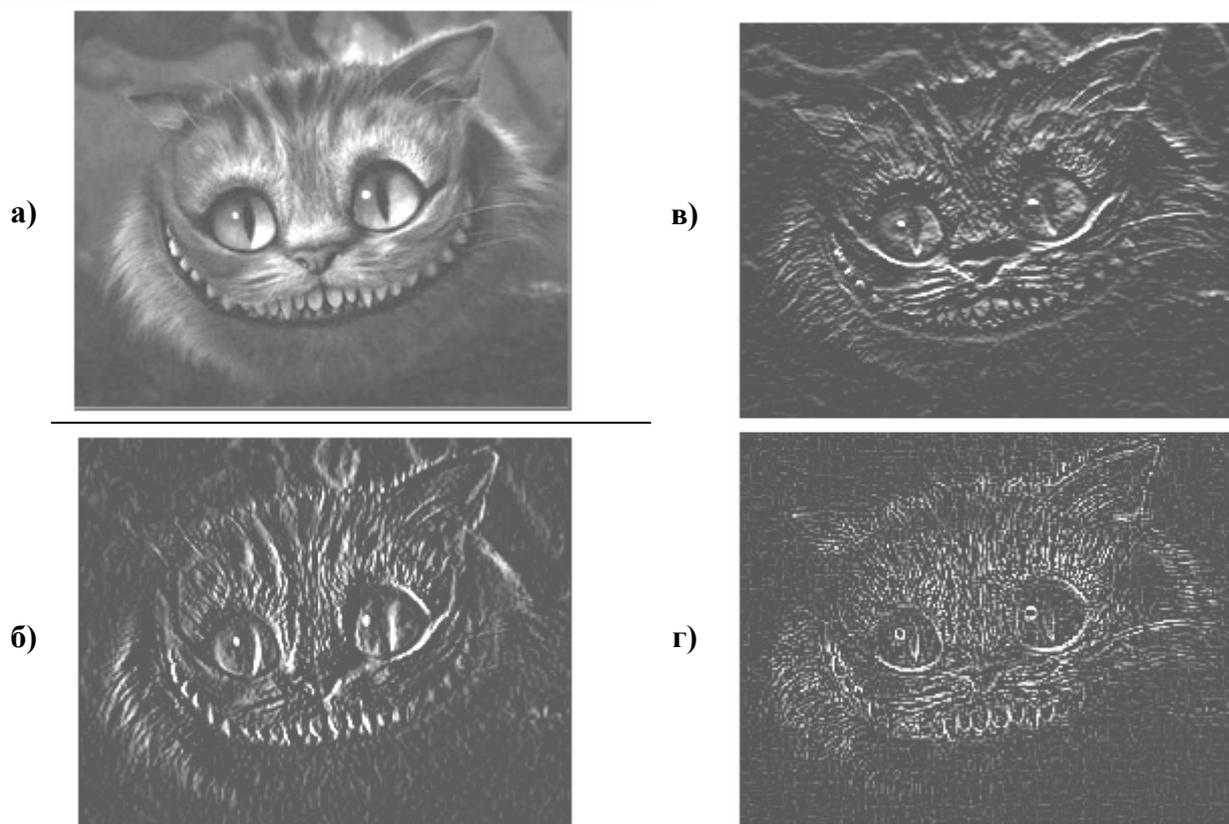


Рис. 3. Отфильтрованные изображения котенка

Итак, традиционно в качестве основного критерия синтеза фильтров стояла задача реализуемости фильтров, выделяющих мелкие детали изображений на фоне коррелированных помех (рис. 1, рис. 2), что приводило к фильтрам с ИХ типа (3). Затем по мере развития цифровой техники в качестве основного критерия синтеза стала задача выделения мелких деталей по критерию минимума среднеквадратической ошибки фильтрации (4). При этом появились более эффективные аппроксимации этого фильтра в виде фильтров с ИХ типа (5) [2]. Но в настоящее время получается, что при решении новых задач традиционно считающиеся менее эффективными фильтры с ИХ (3) оказываются более эффективны, например, при выделении признаков «улыбчивости», «серьезности», чем традиционно считающиеся более эффективными фильтры с ИХ (5).

В связи с вышеизложенным, в настоящее время по мере уменьшения ограничений на реализуемость усложняются задачи фильтрации. При этом встают задачи сначала определения выделяемого признака или совокупности признаков сигнала, а только затем выбора одного или нескольких критериев синтеза фильтров.

Список использованных источников:

1. Программно-аппаратный комплекс автоматического управления РЛС сопровождения радиозонда: Тезисы доклада / [А. В. Гусев, В. Э. Иванов, О. В. Мироненко, Р. А. Петров] // Междун. конф. по проблемам и перспективам развития электросвязи в России и странах СНГ (МКПРЭС-1). – Екатеринбург, 1997.
2. Будаи Б. Т. Повышение помехоустойчивости обнаружения объектов в условиях действия интенсивных коррелированных помех / Б. Т. Будаи, А. В. Гусев, О. В. Мироненко // Радиопромышленность: произв.-техн. сб. – 2000. – № 1.
3. Василенко Г. И. Восстановление изображений / Г. И. Василенко, А. М. Тараторин. – М.: Радио и связь, 1986. – 304 с.

К. т. н. Егоров А. Е.

Казанский национальный исследовательский технический университет

имени А. Н. Туполева, Российская Федерация

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СЛОЖНОСТЬ ПОЛИКОРРЕЛЯЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Для оценки вычислительной сложности поликорреляционных алгоритмов обработки сигналов, в частности марково-смешанного полигауссового (МС-ПГ) алгоритма разрешения сигналов синтезированного в [1] устройства разрешения и подобного класса алгоритмов произведен анализ зависимости числа матричных операций умножения, необходимых для реализации алгоритма работы устройства от числа сигналов в ансамбле J и числа одновременно разрешаемых сигналов R . В общем случае число возможных гипотез, просчитываемых в процессе работы алгоритма, определяется как $H = \frac{(J+R)!}{J!R!}$, где R – максимальное число сигналов одновременно присутствующих во входном колебании. Это число гипотез можно представить в виде многослойной структуры, где каждый из слоев соответствует определенному числу одновременно присутствующих сигналов; номер слоя $r = \overline{0, R}$ перекрывает все многообразие ситуаций от $r=0$ (сигналы отсутствуют, присутствует только шум) до $r=R$ (присутствует шум и R сигналов разных (одинаковых) типов). Определим общее число возможных ситуаций на входе устройства при условии, что ансамбль состоит из J типов сигналов. Для простоты положим, что распределение каждого сигнала в рамках k -й временной позиции аппроксимируется набором равного числа N гауссовских компонент (т. е. примем число компонент распределения элементарных сигналов $i = \overline{0, 1}$ равным N).

Объединим в слое все ситуации с одинаковым числом сигналов безотносительно к их типам. Тогда число гипотез о комбинациях сигналов в r -м слое составит ($h_0 = 1$, т. к. в этом случае присутствует только шум):

$$h_r = \frac{(J+r)!}{J!r!} - h_{r-1} = \frac{(J+r)!}{J!r!} - \frac{(J+r-1)!}{J!(r-1)!}, \quad (1)$$

а общее число комбинаций гауссовских компонент в r -м слое составит:

$$N_{h_r} = h_r \times N^r = \left(\frac{(J+r)!}{J!r!} - \frac{(J+r-1)!}{J!(r-1)!} \right) \times N^r, \quad (2)$$

Общее число отношений правдоподобия, которое необходимо вычислить на k -м шаге работы алгоритма (k -й временной позиции) составит:

$$I_{h_R} = \sum_{r=0}^R N_{h_r} = \sum_{r=0}^R \left(\frac{(J+r)!}{J!r!} - \frac{(J+r-1)!}{J!(r-1)!} \right) \times N^r. \quad (3)$$

Число матричных операций умножения в этом случае равно числу отношений правдоподобия $N_{\text{mult}} = I_{h_R}$.

На рис. 1 показано многослойное представление процесса работы алгоритма для случая $J=10$, $R=10$.

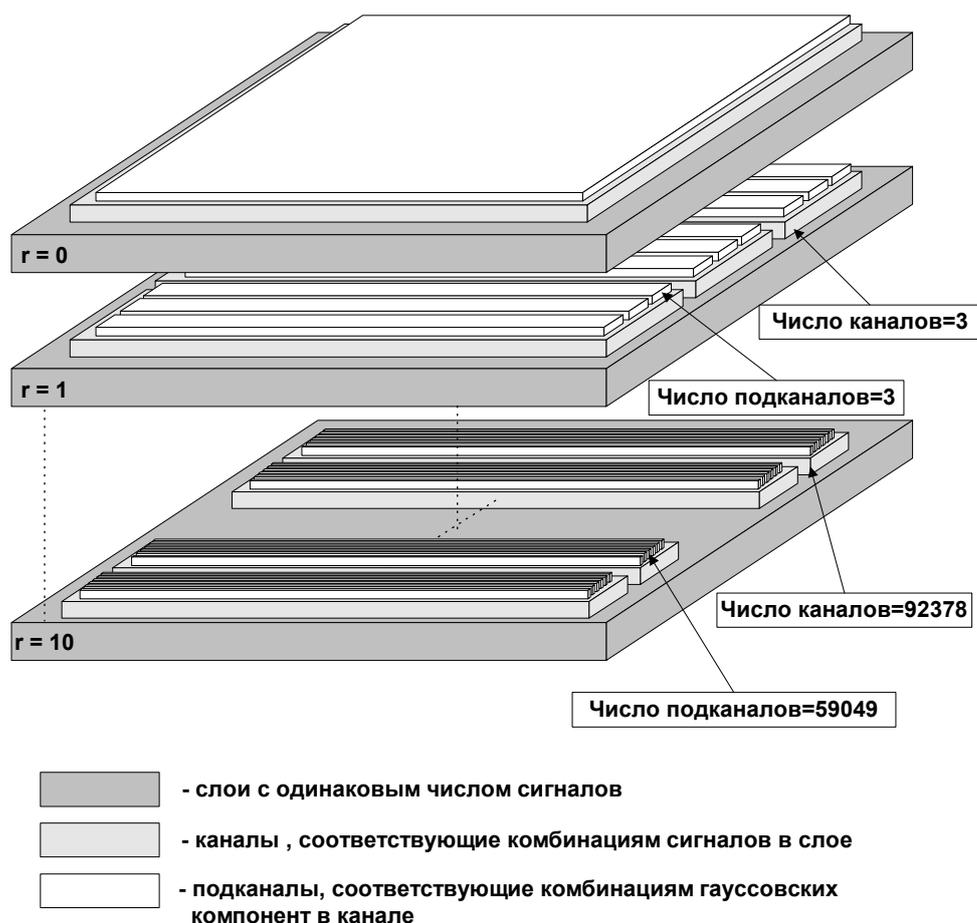


Рис. 1. Многослойная структура процедуры формирования функционалов отношения правдоподобия МС-ПГ алгоритма разрешения МЭС

Главной особенностью синтезированного алгоритма является его трех-уровневый параллелизм: независимое параллельное вычисление отношений

правдоподобия для сложных гипотез о числе одновременно присутствующих сигналов в смеси (первый уровень) – слои на рис. 1, о комбинации сигналов (второй уровень) – каналы на рис. 1 и независимое параллельное вычисление частных гауссовских отношений правдоподобия для комбинаций компонент полигауссового представления в каждой комбинации сигналов (третий уровень) – подканалы на рис. 1.

С помощью пакета Mathcad Prime был произведен анализ зависимости числа частных функционалов отношения правдоподобия, вычисляемых в процессе работы МС-ПГ алгоритма разрешения МЭС, от числа разрешаемых сигналов и числа сигналов в ансамбле. Результаты оценки представлены на рис. 2, 3.

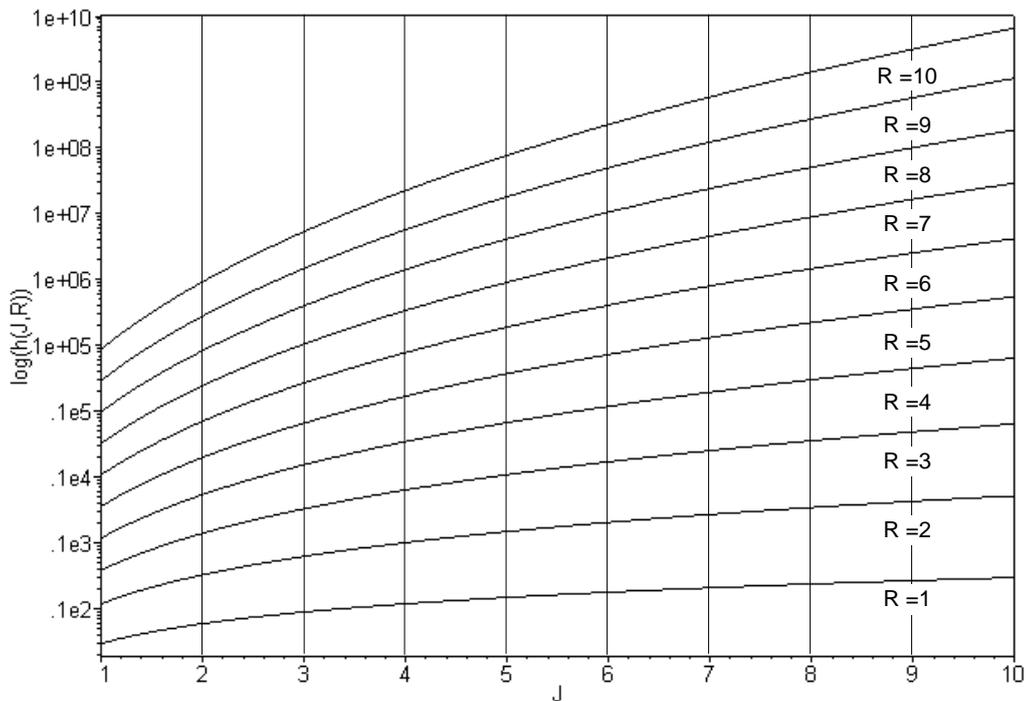


Рис. 2. Зависимость числа функционалов отношения правдоподобия МС-ПГ алгоритма полного разрешения от числа сигналов в ансамбле (при R=1..10)

Видно, что число частных функционалов отношения правдоподобия, а соответственно и вычислительная сложность, растет по показательному закону при увеличении как числа сигналов в ансамбле J , так и при увеличении числа одновременно разрешаемых сигналов R , и при $J > 10$ и $R > 10$ превышает величину 10^{10} , что крайне затрудняет практическую реализацию синтезированных оптимальных алгоритмов разрешения.

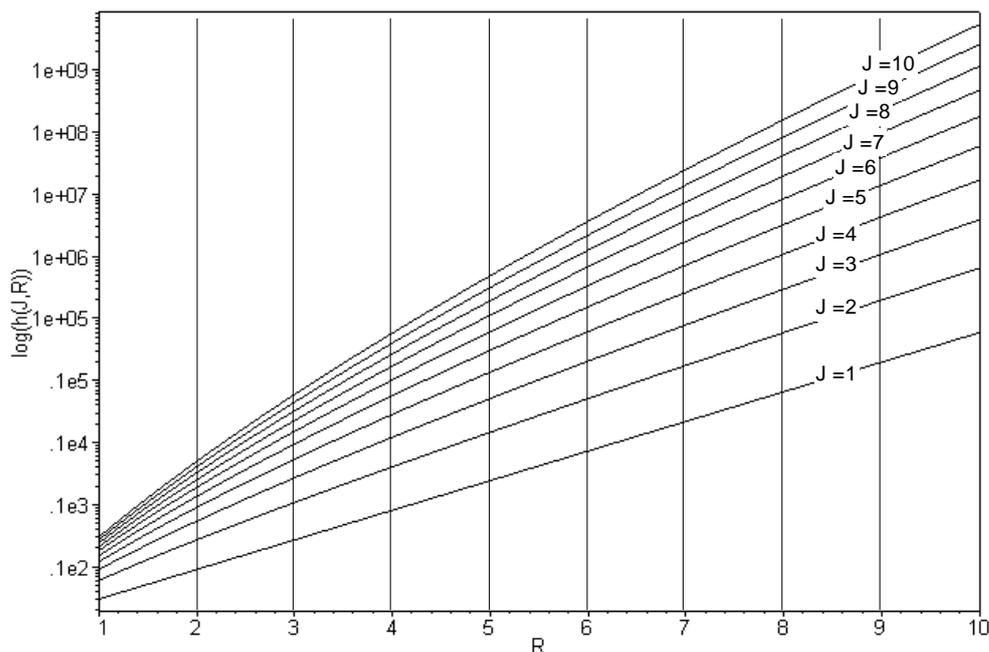


Рис. 3. Зависимость числа функционалов отношения правдоподобия МС-ПГ алгоритма полного разрешения от числа одновременно разрешаемых сигналов (при $J=1..10$)

Вообще говоря, оптимальный приёмник существует строго в рамках задачи, в которых он синтезирован. И, поскольку исчерпывающее описание реальных сигнально-помеховых ситуаций крайне затруднительно, а выбранный критерий качества, так или иначе, приносит ошибки, то актуальным становится вопрос о синтезе квазиоптимальных методов приема. Тем более что оптимальный приемник практически реализовать почти невозможно, поэтому оптимальные алгоритмы имеют ценность, прежде всего в теоретическом отношении и для расчетов потенциальной помехоустойчивости в сложном комплексе помех.

Список использованных источников:

1. Патент РФ №2269205 от 27.01.2006 г. Устройство разрешения сигналов на фоне произвольной помехи / [Ш. М. Чабдаров, А. Ф. Надеев, Р. Р. Файзуллин, А. Е. Егоров].

Д. т. н. Захарченко Н. В., к. т. н. Корчинский В. В., Талакевич Д. В.

Одесская национальная академия связи имени А. С. Попова, Украина

СИНТЕЗ ШУМОПОДОБНОГО СИГНАЛА ДЛЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ QPSK-МОДУЛЯЦИИ

В современных системах связи защита конфиденциальной информации в инфокоммуникациях осуществляется в основном на верхних уровнях эталонной модели OSI. Для этой цели применяются различные криптографические системы [1]. Однако следует признать тот факт, что какой бы потенциально надежной не была вновь созданная криптографическая система, по истечении определенного времени её дискредитация [1] становится очевидной, что объясняется прогрессом в области создания средств несанкционированного доступа (НСД) противника. По этой причине очень важно предусмотреть дополнительные меры по защите информации циркулирующей в сети [2–5].

В последнее десятилетие особый интерес приобретают методы защиты информации применительно к первому уровню OSI. Немаловажную роль в этом играет появление сложных видов модуляция, развитие широкополосных систем передачи и внедрение явления динамического хаоса в современную теорию информации и связи [2; 4]. Как результат, становится возможным создание сигнальных конструкций [4; 5], обладающих свойствами скрытности передачи и затрудняющих эффективную работу средств НСД по перехвату сообщений на уровне физического канала.

В сочетании с различными алгоритмами передачи таких сигнальных конструкций и способностью быстрой смены структуры ансамбля рабочих сигналов от одного сеанса передачи к другому, появляется возможность создания криптографической системы уже на первом уровне эталонной модели OSI [5–7]. Поэтому исследование в этом направлении является актуальным.

Широкополосный доступ используется в различных современных стандартах IEEE 802.11 и 802.16 [5]. Особый интерес с точки зрения защиты переда-

ваемых данных от НСД, случайных или преднамеренных помех представляют широкополосные системы связи с расширением спектра методом прямой последовательности (DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum).

В системе CDMA2000 широкополосный сигнал (ШПС) формируется методом DSSS с помощью 128-битных последовательностей Уолша и QPSK модуляции. В международных стандартах серии 802.11 (Wi-fi, Bluetooth) предусмотрено использование 8 битных кодов Уолша для кодирования байта информации и QPSK или BPSK модуляции. Такой подход к формированию передаваемых сигнальных конструкций обеспечивает лишь защиту от многолучевого отражения и узкополосных помех других устройств [5], Однако в случае перехвата сообщения средствами НСД распознать структуру такого сигнала, сформированного на основе известного множества расширяющих последовательностей, не представляет особого труда.

В данной работе предложен алгоритм формирования группового сигнала, в котором процедура шифрования информационной последовательности совмещена с процедурой её расширения. В качестве расширяющей последовательности используются неизвестные противнику отобранные по случайному закону слабокоррелированные дискретные многоуровневые реализации динамического хаоса.

Основной целью статьи является разработка метода формирования группового сигнала в системе широкополосного доступа и QPSK модуляции для задачи повышения скрытности передаваемой конфиденциальной информации индивидуальных каналов.

Рассмотрим систему с кодовым разделением каналов (КРК) с некоторым количеством источников цифрового сигнала x_1, x_2, \dots, x_N , использующих избыточные коды, и соответствующее им количество двоичных каналов с ограниченной полосой пропускания ΔF и минимальной базой сигнала $B = \Delta F t_0 = 1$. Сигналы абонентов объединяются в групповой сигнал и им предоставляется возможность одновременной работы в общей полосе частот. Для возможности разделения каналов каждый двоичный элемент исходного сигнала $J_i(t)$ в индивидуальных каналах заменяется многоуровневыми дискретными реализациями

динамического хаоса (МДР) c_i , называемой сигнатурой, разной по структуре, но равной по длительности t_q в чипах для каждого канала. В МДР уровни чипов различны, а их длительности (сигнал минимальной длительности) t_q намного меньше времени передачи бита сообщения t_0 в индивидуальном канале. Таким образом, ширина спектра группового сигнала определяется длительностью t_q .

Для формирования базовых последовательностей рассмотрены реализации числовых значений дискретного генератора хаоса на основе логистических отображений:

$$x_{n+1} = ax_n(1 - x_n), \quad (1)$$

где a – управляющий параметр; x_n – начальное значение хаотической последовательности.

Методом перебора опытным путем в результате обработки 10^6 реализаций хаотического сигнала x_n отобраны слабокоррелированные МДР c_i длиной $s = 128$. Основным условием отбора было ограничение коэффициента корреляции $-0,07 < K_{ij} < 0,07$ и использование фиксированного числа разрешенных значений дискретных уровней $\{-2; -1; 1; 2\}$ в последовательности $c_i(t)$ с учетом условий:

$$c_i(t) = \begin{cases} -2, & \text{если } 0 \leq x_n \leq 0,25 \\ -1, & \text{если } 0,25 \leq x_n \leq 0,5 \\ 1, & \text{если } 0,5 \leq x_n \leq 0,75 \\ 2, & \text{если } 0,75 \leq x_n \leq 1 \end{cases}. \quad (2)$$

Вид многоуровневой сигнатуры $c_i(t)$ приведен на рис. 1. Алгоритм кодирования двоичной последовательности $z_i(t)$ индивидуального канала с помощью сигнатуры $c_i(t)$ следующий: если для замены каждой «1» используется сигнатура $c_i(t)$ определенной длины, то для замены «-1» применяют ту же сигнатуру, но с инвертированным значением чипов, т. е.

$$Z_i(t) = z_i(t)c_i(t). \quad (3)$$

Использование прямой и инвертированной сигнатуры обеспечивает не только определение полярности передаваемых посылок, но и позволяет регист-

рировать их передние и задние фронты при корреляционном приеме в каждом индивидуальном канале.



Рис. 1. Реализация сигнала $c_i(t)$ в зависимости от времени t

Далее четырехпозиционный сигнал $z_i(t)$ с выхода перемножителя поступает на блок модуляции QPSK. С выхода модема формируется сигнал $z_i^{\text{QPSK}}(t)$ аналогично для каждого индивидуального канала одноканальных систем связи. Фрагмент временной диаграммы сигнала $z_i^{\text{QPSK}}(t)$ показан на рис. 2.

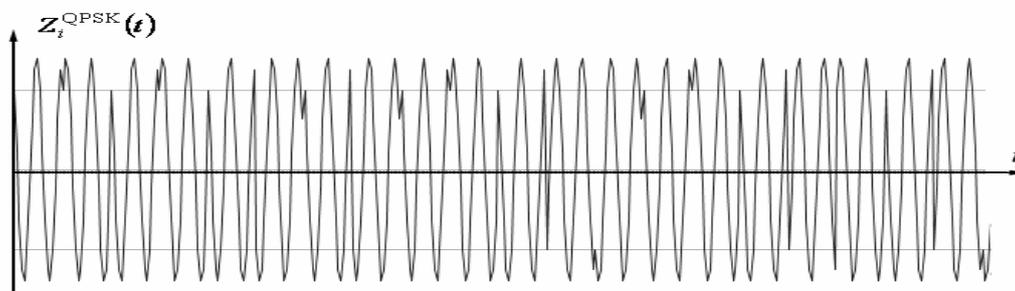


Рис. 2. Фрагмент временной диаграммы сигнала $z_i^{\text{QPSK}}(t)$

Автокорреляционную функцию такого сигнала можно получить по формуле:

$$R(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \overline{z_n} \times \overline{z_{n+m}}, \quad (4)$$

где m – временной сдвиг при единичном временном интервале; $\overline{z_n}$ – реализации сигналов $z_i^{\text{QPSK}}(t)$. С учетом (4) найдем нормированную автокорреляционную функцию (АКФ):

$$r(m) = \frac{R(m)}{R(0)}. \quad (5)$$

На рис. 3 показана АКФ $r_i(m)$ сигнала $Z_i^{\text{QPSK}}(t)$, для которой характерна незначительная интенсивность боковых флуктуаций.

Групповой сигнал $Z_{\text{гр}}^{\text{QPSK}}(t)$ формируется на выходе сумматора, на вход которого поступают сигналы $Z_i^{\text{QPSK}}(t)$ от одноканальных систем передачи.

Временная диаграмма группового сигнала $Z_{\text{гр}}^{\text{QPSK}}(t)$ показана на рис. 4.

В терминальном устройстве абонента с помощью корреляционного приемника осуществляется выделение информационного сигнала нужного канала. При этом предполагается линейность системы и наличие идеальной синхронизации в канале.

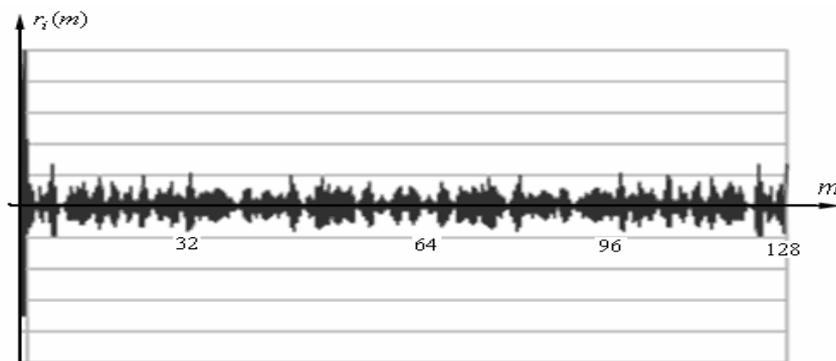


Рис. 3. АКФ $r_i(m)$ сигнала $Z_i^{\text{QPSK}}(t)$ в зависимости от m

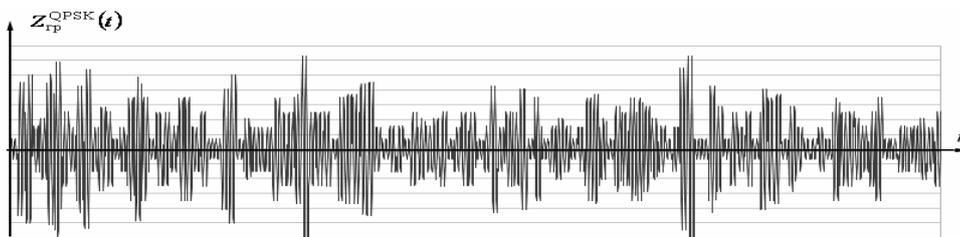


Рис. 4. Временная диаграмма группового сигнала $Z_{\text{гр}}^{\text{QPSK}}(t)$ в зависимости от времени t

В корреляционном приемнике осуществляется перемножение группового сигнала $Z_{\text{гр}}^{\text{QPSK}}(t)'$ на сигнал $c_i^{\text{QPSK}}(t)$, получаемый в результате прохождения опорной сигнатуры c_i через блок модуляции QPSK. Результаты перемножения $D(t) = Z_{\text{гр}}^{\text{QPSK}}(t)' \cdot c_i^{\text{QPSK}}(t)$ (рис. 5) поступают на интегратор, выходное напряжение которого с учетом сигналов тактовой синхронизации оценивается решающим устройством для принятия решения о полярности принятого информационного символа.

Для оценки свойств сигналов $Z_i^{\text{QPSK}}(t)$ и $Z_{\text{гп}}^{\text{QPSK}}(t)$ рассмотрим их распределение энергии по частотам. Односторонний спектр мощности определим по формуле [4]:

$$S(k) = \left[\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} z_n \cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) \right]^2 + \left[\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} z_n \sin\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) \right]^2, \quad (8)$$

где k – аналог частоты f .

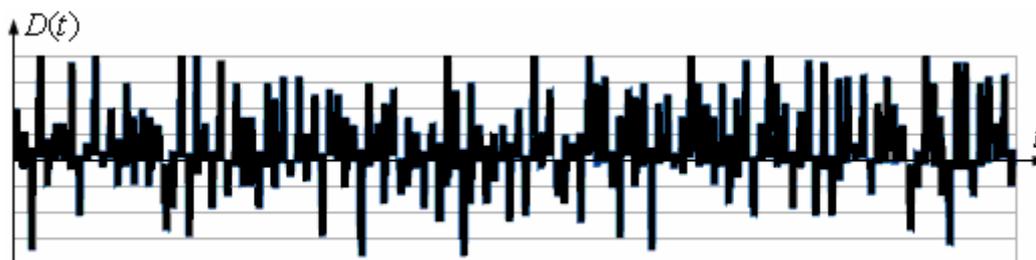
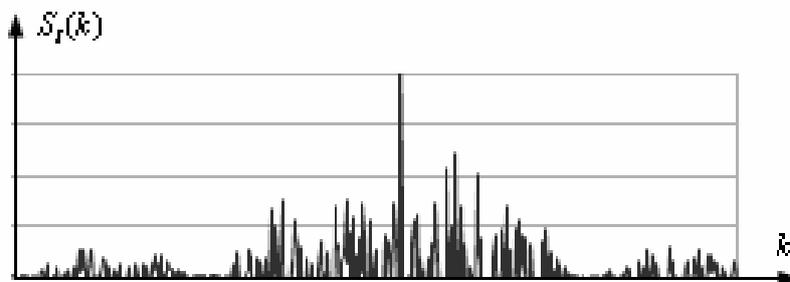
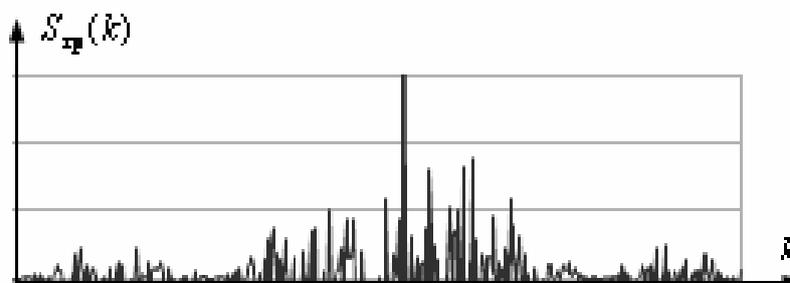


Рис. 5. Временная диаграмма сигнала $D(t)$ в зависимости от времени t

Односторонние спектры $S_i(k)$ и $S_{\text{гп}}(k)$, соответственно, для сигналов $Z_i^{\text{QPSK}}(t)$ и $Z_{\text{гп}}^{\text{QPSK}}(t)$ с учетом заданной длины реализации сигнатуры приведены на рис. 6.



а)



б)

Рис. 6. Односторонние спектры $S_i(k)$ и $S_{\text{гп}}(k)$ для сигналов $Z_i^{\text{QPSK}}(t)$ (а) и $Z_{\text{гп}}^{\text{QPSK}}(t)$

Анализ спектров $S_i(k)$ и $S_{гр}(k)$ рассматриваемых сигналов позволяют сделать вывод о принадлежности их к шумоподобным сигналам гауссова типа, что обеспечивает хорошую энергетическую скрытность передачи сигнальных конструкций на физическом уровне.

Выводы. В данной работе предложен метод повышения скрытности сигнальных конструкций на основе прямого расширения спектра информационных сигналов индивидуальных каналов с помощью слабокоррелированных дискретных многоуровневых реализаций динамического хаоса и QPSK модуляции.

Анализ спектров синтезируемых сигналов $Z_i^{QPSK}(t)$ и $Z_{гр}^{QPSK}(t)$ показывает о принадлежности их к шумоподобному сигналу гауссова типа, что обеспечивает хорошую энергетическую скрытность передачи сигнальных конструкций на физическом уровне.

Использование в качестве расширяющей последовательности сигналы с неизвестной структурой для средств НСД повышает структурную скрытность передачи.

Список использованных источников:

1. Шаньгин А. И. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей / А. И. Шаньгин. – М.: Форум, ИФРА-М, 2008. – 416 с.
2. Ипатов В. П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения: пер. с англ. / В. П. Ипатов. – М.: Техносфера, 2007. – 487 с.
3. Куприянов А. И. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы / А. И. Куприянов, А. В. Сахаров. – М.: Вузовская книга, 2007. – 356 с.
4. Гуляев Ю. В. Информационные технологии на основе динамического хаоса для передачи, обработки, хранения и защиты информации / [Ю. В. Гуляев, Р. В. Беляев, Г. М. Воронцов и др.] // Радиотехника и электроника. – 2003. – Т. 48. – № 10. – С. 1157–1185.
5. Корчинский В. В. Повышение структурной скрытности передачи систем с хаотическими сигналами / В. В. Корчинский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 1/9 (61). – С. 53.
6. Захарченко Н. В. Эффективность использования таймерных сигнальных конструкций в системах передачи с кодовым разделением каналов / Н. В. Захарченко, В. В. Корчинский, Б. К. Радзимовский // Наукові праці ДонНТУ. – 2011. – Вип. № 20 (182). – С. 145–151.
7. Захарченко Н. В. Многопользовательский доступ в системах передачи с хаотическими сигналами / Н. В. Захарченко, В. В. Корчинский, Б. К. Радзимовский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 5/9 (53). – С. 26–29.

К. т. н. Кузь М. В.

Івано-Франківський університет права імені Короля Д. Галицького, Україна

**МЕТОД ШИФРУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ
ПРО МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПАРАТОРІВ
ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЗВІРЕНЬ НАЦІОНАЛЬНИХ ЕТАЛОНІВ**

Країни-учасниці звірень проводять кругові звірення (експериментальні дослідження) своїх еталонів за допомогою компаратора (еталона передавання) і, після цього, результати визначення метрологічних характеристик компаратора (на своїх національних еталонах) надсилають координатору звірень (пілотній організації). Є ймовірність того, що котрась із країн може довідатись про результати визначення метрологічних характеристик компаратора пілотною організацією і сфальсифікувати свої результати, чим забезпечити визнання своїх еталонів на міжнародному рівні та, завдяки цьому, відкрити ринки для своїх засобів вимірювальної техніки в інших країнах.

Передавання текстової інформації відкритими каналами (електронною поштою) є недостатньо захищеним. Тому з розумінням важливості тої чи іншої інформації виникла потреба її шифрування. Недоліком існуючих методів шифрування текстової інформації є те, що шифрограми є набором букв, цифр і не мають ніякого змістовного навантаження. По зовнішньому вигляду цієї інформації легко зрозуміти, що вона є шифрограмою, і будь-який користувач мережі Internet може нею зацікавитися і спробувати її «зламати», тобто підібрати один із відомих шифрів. Тому, для суб'єктів, які передають та приймають важливу інформацію, особливо по мережі Internet, що є загальнодоступною для мільйонів користувачів, необхідністю є розроблення нових алгоритмів шифрування і дешифрування даних.

Відповідно до розробленого методу образного шифрування даних, вихідну текстову інформацію (оригінал), яку необхідно передати за допомогою глобальної мережі Internet, вибирають образ (текст) певного відмінного від оригіналу змісту,

який буде шифрограмою, і встановлюють залежність (ключ) між вибраним образом і оригіналом, причому ключ також має змістовне навантаження і є образом і може передаватися як окремо так і в складі шифрограми. Притому, кількість позицій (літер) однакова в оригіналі, образі і ключі.

При шифруванні текстової інформації кожна літера абетки, розділові знаки, символ «пробіл» та цифри розміщуються по кругу за годинниковою стрілкою (рис. 1).

а	б	в	г	ґ	д	е	є	ж	з	и	і	ї	й	к	л
9															м
8															н
7															о
6															п
5															р
4															с
3															2

Рис. 1. Послідовність формування шифру

Від позиції першої літери образу (включно) відраховують число позицій до першої літери оригіналу (включно) проти годинникової стрілки. Аналогічні операції проводять для другої, третьої... останньої літер образу та оригіналу. Із отриманих значень формують ключ-образ, наприклад таблицю, графік. Ключ передають окремо (наприклад, основна інформація передається з скриньки А електронної пошти в скриньку Б, а ключ – з скриньки В в скриньку Д) від закодованої інформації, або розміщують у тексті шифрограми-образу.

Нехай необхідно зашифрувати значення метрологічної характеристики (невизначеності) компаратора:

и0,3% (всього 5 символів разом з «пробілом»).

Вибираємо шифрограму-образ іншу за змістом ніж оригінал з такою ж кількістю символів:

Зав.№ (всього 5 символів).

Знаходимо число позицій між літерами та цифрами оригіналу і образу:

1, 34, 31, 4, 0.

Шифрограма разом з ключем має вигляд:

Зав.№ 1 34 31 4 0.

Візуально інформація «Зав.№ 1 34 31 4 0» не сприймається як шифрограма, оскільки на вигляд є звичайним текстом, який наводить заводський номер компаратора.

Ключ для методу образного шифрування даних можна сформувати і випадковим чином, що значно підвищить завадостійкість методу (рис. 2).

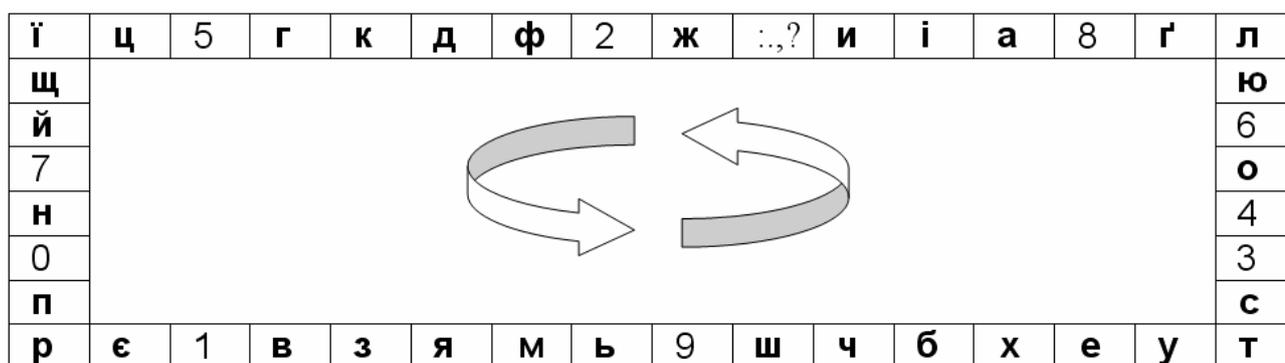


Рис. 2. Послідовність формування шифру випадковим чином

Використання методу образного шифрування даних дозволить підвищити рівень завадостійкості інформації про метрологічні характеристики компараторів, яка передається за допомогою глобальної мережі Internet. Для зручності роботи з компаратором зашифрована інформація може бути вказана навіть на корпусі компаратора і всіма учасниками звірень буде сприйматися як заводський номер компаратора і тільки представник пілотної організації, знаючи ключ до шифру та послідовність його формування, зможе оперативно оцінювати результати звірень.

Марущенко С. Н.

*Национальный аэрокосмический университет имени Н. Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт», Украина*

**АНАЛИЗ ПРИЧИН ЗАВИСИМОСТИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ
ОТ СТЕПЕНИ ДЕФОРМИРОВАННОСТИ ПРОФИЛЯ
СКОРОСТЕЙ ПОТОКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАСХОДОМЕРА ГАЗА**

В общем случае ультразвуковой расходомер (УЗР) представляет собой участок трубопровода, с установленной на него парой пьезоэлектрических приемопередатчиков (ПЭП) называемой каналом зондирования (рис. 1). ПЭП поочередно посылают друг другу зондирующие импульсы и, на основании данных о времени распространения звукового колебания вдоль и против направления потока, производится расчет скорости движения вещества в трубопроводе.

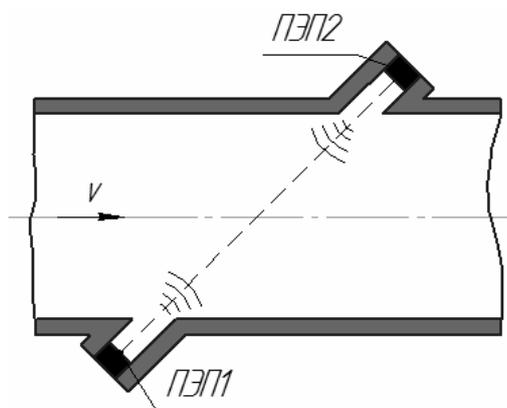


Рис. 1. Принципиальная схема ультразвукового расходомера

В общем случае расход Q через сечение трубопровода определяется зависимостью:

$$Q = S \cdot \bar{v}, \quad (1)$$

где S – площадь поперечного сечения трубопровода; \bar{v} – скорость потока, усредненную по сечению всего расходомерного участка.

Однако стоит отметить, что, при использовании УЗР, скорость измеряемая парой ПЭП фактически является средней скоростью, усредненной по длине ка-

нала зондирования \bar{v}_i , (т.е. точкой на кривой $v(y)$) (рис. 2 а) а не по всему сечению расходомерного участка \bar{v} (рис. 2 б).

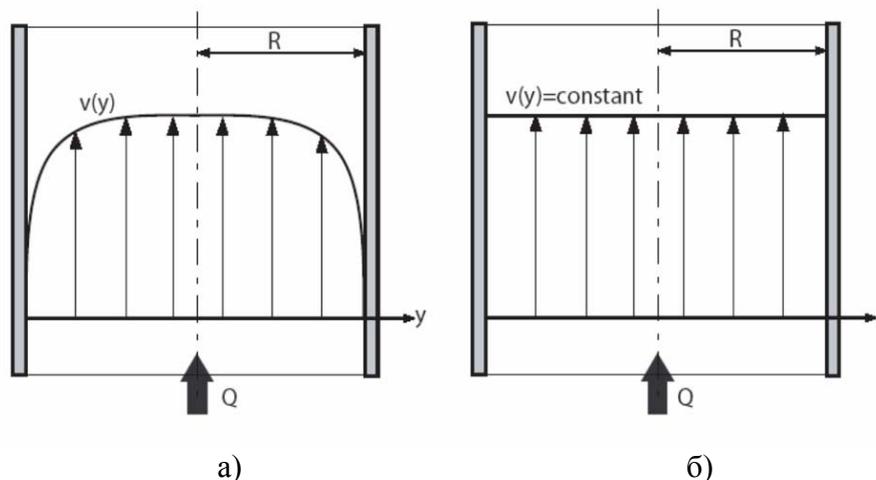


Рис. 2. Реальное распределение скоростей потока по диаметру трубопровода $v(y)$ – а) и физический смысл скорости потока, усредненной по всему сечению мерного участка – б)

Низкая репрезентативность измеренной скорости \bar{v}_i видна из рис. 3: величина d численно равняется диаметру рабочей части примененного ПЭП и, в зависимости от конкретной модели, составляет 1-2 см. Таким образом, если принять критерием репрезентативности коэффициент $w = \frac{\Delta Q_i}{Q}$, то, к примеру, для случая расходомера с внутренним диаметром $D = 100$ мм и диаметром ПЭП $d = 10$ мм, коэффициент $w = 0,19$.

С увеличением диаметра трубопровода репрезентативность измерения, определяемая коэффициентом w , будет снижаться ввиду неизменности параметра d , являющегося, по сути, диаметром примененного ПЭП. Следствием низкой репрезентативности метода является основной недостаток устройств данного типа – зависимость точности измерений от симметричности профиля потока. Частично данная проблема решается применением четырех и более измерительных каналов, что позволяет снизить разброс случайных погрешностей измерения до величины $\pm 0,3\%$. Однако этот способ не решает актуальной на сегодняшний день проблемы установки УЗР вблизи участков изменения конфигурации трубопровода (расширение, сужение, изгибов и т. д.) где профиль потока существенно деформирован и имеет трудно прогнозируемую форму.

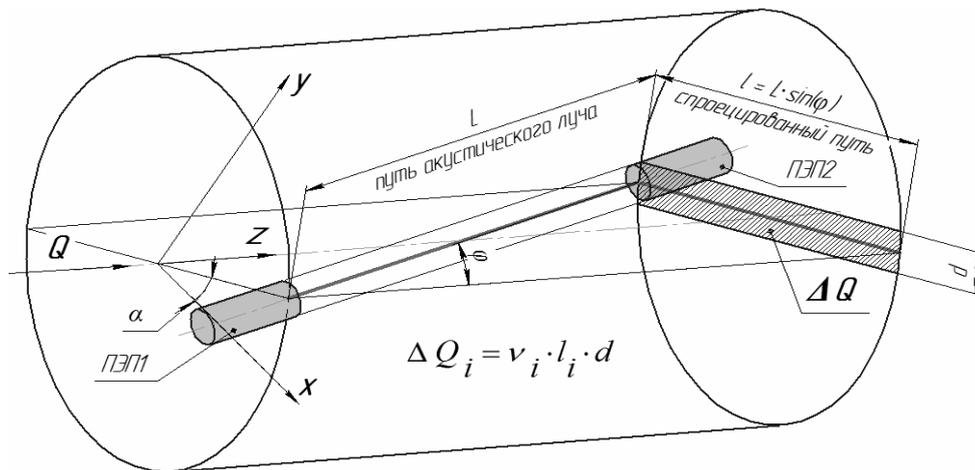


Рис. 3. Схема мерного участка и привязка системы координат

Исходя из вышесказанного, следует, что для корректного определения расхода вещества первоочередную необходимость приобретает точность определения гидродинамического поправочного коэффициента k , связывающего среднюю скорость потока, усредненную по длине канала зондирования \bar{v}_i , расположенного между пьезодатчиками и скорость потока, усредненную по сечению расходомерного участка \bar{v} :

$$k = \frac{\bar{v}_i}{\bar{v}} . \quad (2)$$

Традиционно этот коэффициент вычисляется на основании различных законов распределения скоростей. Проблема состоит в том, что такой метод подходит лишь для случая «идеальной» трубы без изменения ее конфигурации, т. е. сужений, расширений, без наличия на расходомерном участке «карманов» около ультразвуковых датчиков и т. д. И на сегодняшний день наиболее рациональным способом определения поля скоростей в таких случаях является численное моделирование.

К. т. н. Шлычков В. И., к. ф.-м. н. Золотарёв А. И.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

АЛГОРИТМЫ КАЛИБРОВКИ ЛАЗЕРНЫХ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

Триангуляционные измерения находят применение при измерении расстояний, размеров и формы изделий [1; 2]. Работа триангуляционных измерительных устройств заключается в формировании светового пятна (метки) на контролируемой поверхности, построении оптического изображения метки на фоточувствительной поверхности многоэлементного ПЗС-приемника, считывании и обработке видеосигнала, содержащего информацию о положении видеоимпульса. Способ триангуляционных измерений состоит в выполнении следующей последовательности операций: предварительной калибровки устройства, замеров, статистической обработки результатов замеров. Погрешность измерения определяют ошибки выполнения алгоритмов определения координаты центра видеоимпульса на многоэлементном приемнике [3] и ошибки, возникающие при калибровке измерителей.

В настоящей работе представлены алгоритмы калибровки лазерных триангуляционных устройств и оценки погрешностей калибровки на примере измерения толщины.

Схема лазерного триангуляционного толщиномера приведена на рис. 1.

Основными узлами являются фотоэлектрические модули 2, которые измеряют расстояние с двух сторон до контролируемого объекта 3 и содержат передающий и приемный узлы, схематически показанные на рис. 1. Световую метку 4 на контролируемой поверхности 3 формирует передающий узел на основе инжекционного лазера. Прием изображения метки на ПЗС-линейку выполняет приемный узел, расположенный под углом 45° к поверхности. Расчеты координат световых меток на ПЗС-линейках, вычисление толщины, регулирование мощности излучения обеспечивает микроконтроллер, который размещен в корпусе 1. Для калибровки на корпусе 1 дополнительно размещается (по направлению

стрелок на рис. 1) приспособление 6, которое позволяет устанавливать и смещать в зоне измерения (ЗИ) специально изготовленные эталоны.

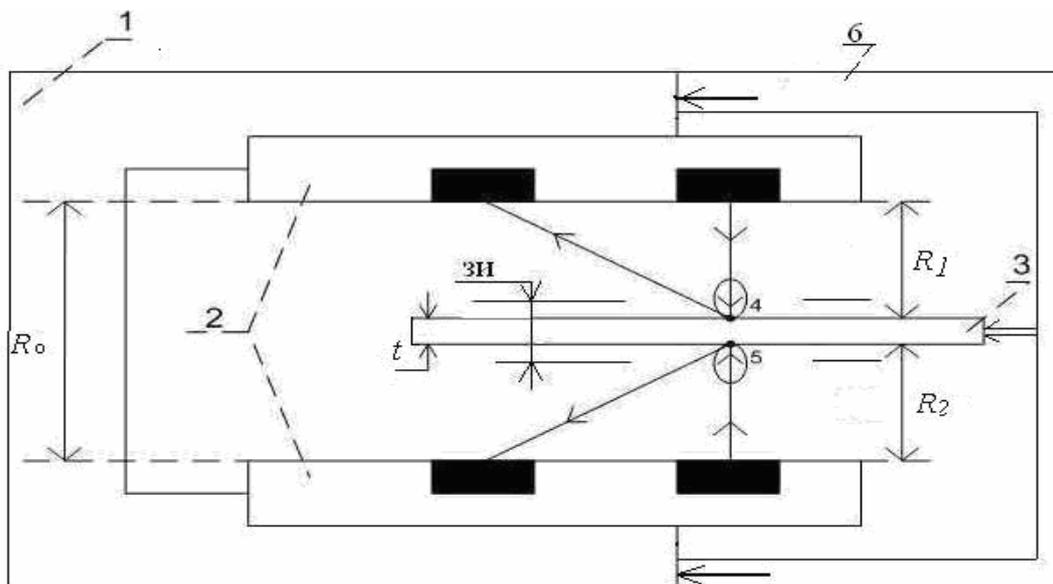


Рис. 1. Схема лазерного триангуляционного толщиномера:

1 – корпус, 2 – фотоэлектрические модули, 3 – контролируемый объект, 4, 5 – световые метки, сформированные лазером, 6 – технологическое приспособление для калибровки, R_0 – расстояние между фотоэлектрическими модулями, R_1 и R_2 – расстояния, измеренные верхним и нижним фотоэлектрическими модулями до контролируемого объекта 3. Основные технические характеристики: зона измерения (ЗИ) 20 мм; погрешность измерения $\sim 10\text{--}20$ мкм

Рассмотрим способы и алгоритмы калибровки лазерного триангуляционного толщиномера двумя способами: градуировкой фотоэлектрических модулей и градуировкой по эталонам.

Алгоритм калибровки градуировкой фотоэлектрических модулей заключается в следующем.

Для калибровки в зону измерения (рис. 1) помещается эталонный объект 3 с известным значением толщины. Калибровка производится с использованием приспособления 6, позволяющего дискретно смещать эталон толщины 3 от одной границы зоны измерения к другой.

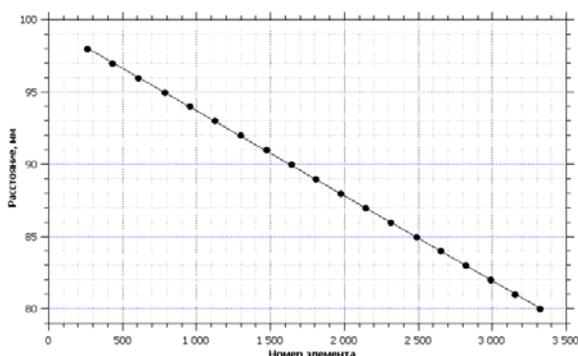
Измерение толщины t производится в соответствии с соотношением

$$t = R_0 - (R_{1i} + R_{2j}), \quad (1)$$

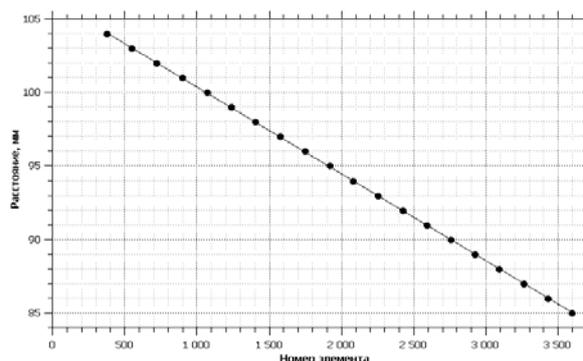
где R_0 – расстояние между фотоэлектрическими модулями (рис. 1), R_{1i} и R_{2j} – значения градуировочных характеристик для 1-го и 2-го фотоэлектрических

модулей, определяемые номерами элементов ПЗС-линеек, соответствующими максимуму видеосигнала.

При снятии градуировочных характеристик расстояния от плоскостей фотоэлектрических модулей до плоскостей эталонного объекта задавались с шагом в 1 мм. Полученные градуировочные характеристики приведены на рис. 2.



**Фотоэлектрический модуль № 01,
расположен сверху**



**Фотоэлектрический модуль № 02,
расположен снизу**

Рис. 2. Градуировочные характеристики

Аналитические зависимости для приведенных на рис. 2 эмпирических зависимостей между расстояниями R_{1i} , R_{2j} до измеряемого предмета и номерами элементов ПЗС-линеек n_{1i} , n_{2j} можно записать как

$$R_{1i} = k_1 n_{1i} + b_1, \quad (3)$$

$$R_{2j} = k_2 n_{2j} + b_2. \quad (4)$$

Значения угловых коэффициентов k_1 , k_2 и свободных членов b_1 , b_2 установим, применяя метод наименьших квадратов [4]:

$$k_1 = \frac{\sum_{s=1}^N (n_{1s} - \bar{n}_1)(R_{1s} - \bar{R}_1)}{\sum_{s=1}^N (n_{1s} - \bar{n}_1)^2}, \quad k_2 = \frac{\sum_{s=1}^N (n_{2s} - \bar{n}_2)(R_{2s} - \bar{R}_2)}{\sum_{s=1}^N (n_{2s} - \bar{n}_2)^2}, \quad (5)$$

где N – число замеров при снятии градуировочных характеристик, n_{1s} , n_{2s} – номера элементов ПЗС-линеек при замерах, R_{1s} , R_{2s} – расстояния по градуировочным характеристикам при замерах,

$$\bar{n}_1 = \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N n_{1s}, \quad \bar{n}_2 = \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N n_{2s}, \quad \bar{R}_1 = \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N R_{1s}, \quad \bar{R}_2 = \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N R_{2s},$$

$$b_1 = \bar{R}_1 - k_1 \bar{n}_1, \quad b_2 = \bar{R}_2 - k_2 \bar{n}_2. \quad (6)$$

По результатам калибровки опытного образца толщиномера были получены следующие численные значения: $k_1 = (-5,909 \pm 0,008) \cdot 10^{-3}$ мм, $b_1 = (106,28 \pm 0,02)$ мм, $k_2 = (-5,884 \pm 0,009) \cdot 10^{-3}$ мм, $b_2 = (99,59 \pm 0,02)$ мм.

Подстановка численных значений k_1, b_1, k_2, b_2 в формулы (3), (4) и вычисление по формуле (1) дают требуемый результат измерения толщины образца t .

Алгоритм калибровки по эталонам реализуется следующим образом.

Для калибровки в зону измерения, положение которой определяет конструкция калибровочного устройства 6, схематически приведенного на рис. 1, последовательно устанавливаются эталоны с максимальной t_{max} и минимальной t_{min} толщиной или последовательно n эталонов толщиной от t_{max} до t_{min} . Значения t_{max} и t_{min} соответствуют границам диапазона измерений толщиномера.

Для случая двух эталонов с толщинами t_{max} и t_{min} измерение толщины образца t производится в соответствии с соотношением

$$t = k \bar{\Sigma} + b, \quad (7)$$

где $k = \frac{t_{max} - t_{min}}{\Sigma[t_{max}] - \Sigma[t_{min}]}$, $\Sigma[t_{max}]$ и $\Sigma[t_{min}]$ – суммы номеров элементов, соответствующих начальной и конечной границам видеоимпульсов с фотоприемников

для эталонов толщин t_{max} и t_{min} , $\bar{\Sigma}$ – статистическая по результатам серии замеров оценка суммы $\Sigma = \Sigma_1 + \Sigma_2$, где $\Sigma_1 = N_1 + N_2$ – сумма номеров элементов, которые соответствуют начальной O_1 и конечной O_2 границам видеоимпульса, полученного при считывании видеосигнала от верхней поверхности эталона (см. рис. 3), аналогично $\Sigma_2 = N_3 + N_4$ – сумма номеров элементов, которые соответствуют начальной и конечной границам видеоимпульса, полученного при считывании видеосигнала от нижней поверхности эталона, $b = t_{max} - k \Sigma[t_{max}] = t_{min} - k \Sigma[t_{min}]$.

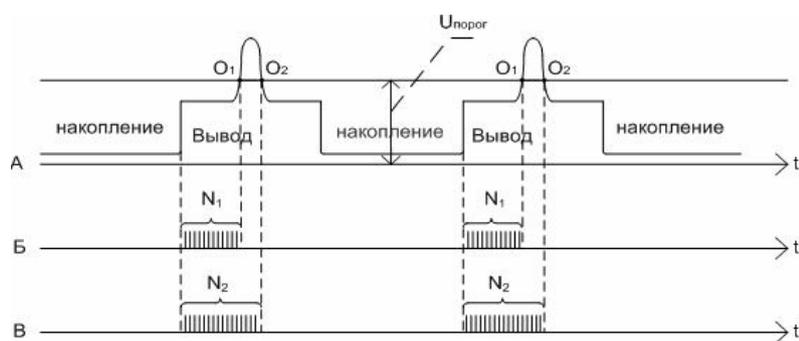


Рис. 3:

A – видеосигнал, считываемый с ПЗС-линейки верхнего фотоэлектрического модуля; $U_{\text{порог}}$ – пороговый уровень, выделяющий информационную составляющую в видеосигнале о положении световой метки, сформированной передающим устройством, расположенным в верхнем фотоэлектрическом модуле; O_1 и O_2 – границы видеоимпульса. Б и В – элементы ПЗС-линейки, соответствующие O_1 и O_2

Для случая калибровки по n эталонам с толщиной, изменяющейся от t_{max} до t_{min} , экспериментальная градуировочная характеристика, как зависимость суммы $n_{1i} + n_{2j}$ номеров элементов ПЗС-линейки, соответствующих максимумам видеосигналов верхнего и нижнего фотоприемных трактов, от эталонной толщины, приведена на рис. 4.

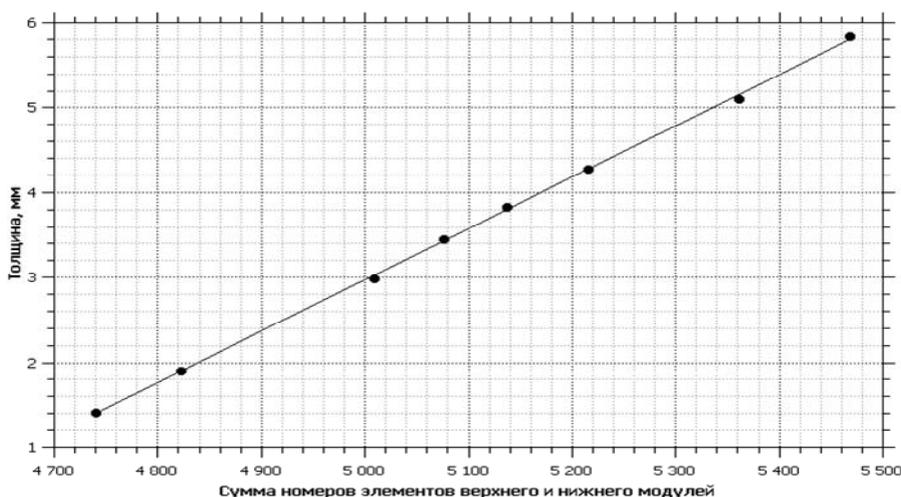


Рис. 4. Градуировочная характеристика

Для расчета углового коэффициента k и смещения b использовались приведенные выше соотношения (5), (6) метода наименьших квадратов. На опытном образце толщинометра при калибровке по 8 эталонам толщинами от 1,2 мм до 5,8 мм получены значения $k = (6,03 \pm 0,05) \cdot 10^{-3}$ мм, $b = (-27,18 \pm 0,26)$ мм.

Сравнивая представленные на рис. 2 и рис. 4 результаты калибровки лазерного толщиномера способами градуировки фотоэлектрических модулей и калибровки по эталонам, можно видеть некоторый разброс в экспериментальных точках для способа по эталонам. Рассчитанные значения угловых коэффициентов k и смещений b для разных способов сведены в табл. 1.

Таблица 1. Калибровочные коэффициенты

Способ калибровки	Градуировка модулей	По эталонам
Угловой коэффициент k	$(-5,909 \pm 0,008) \cdot 10^{-3}$ $(-5,884 \pm 0,009) \cdot 10^{-3}$	$(6,03 \pm 0,05) \cdot 10^{-3}$
Смещение b	$b_1 = (106,28 \pm 0,02)$ $b_2 = (99,59 \pm 0,02)$	$b = (-27,18 \pm 0,26)$

Из данных табл. 1 следует, что погрешность измерения лазерным толщиномером при его калибровке способом градуировки фотоэлектрических модулей на порядок меньше, чем для способа калибровки по эталонам.

Реальные погрешности измерения прибором, откалиброванным способом градуировки фотоэлектрических модулей, толщин эталонных образцов составили ~ 10 - 20 мкм.

Список использованных источников:

1. Чугуй Ю. В. Информационные, оптические и лазерные технологии / Ю. В. Чугуй // Автоматрия. – 1977. – № 4. – С. 3–15.
2. Патент РФ № 2419068. Способ измерения толщины и устройство для его осуществления. МПК. G01B 11/06 / В. И. Шлычков, А. У. Кислицын. – Опубл. 20.05.2011. – Бюл. № 14.
3. Шлычков В. И. Исследование точностных характеристик алгоритмов измерения координат в триангуляционных устройствах / В. И. Шлычков // Оптический журнал. – 2005. – № 6. – С. 74–76.
4. Зайдель А. Н. Ошибки измерения физических величин / А. Н. Зайдель. – Л.: Наука, 1974.

Альшевский П. И., к. г. н. Кузниченко С. Д.

Одесский государственный экологический университет, Украина

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА НА БАЗЕ ЭМУЛЯТОРА IP-СЕТЕЙ CISCO PACKET TRACER

Преподавание дисциплины «Компьютерные сети» предусматривает приобретение студентами практических навыков работы с различным сетевым коммуникационным оборудованием. Важными являются умения проводить конфигурацию сети, тестирования ее работоспособности, настройки протоколов передачи данных. Желательно, чтобы лабораторные работы проходили с использованием реального сетевого оборудования. Однако, организация подобных лабораторных стендов не всегда возможна, так как это требует дополнительных финансовых вложений. В такой ситуации отличным решением является использование в лабораторном практикуме различных программных сетевых эмуляторов. С их помощью можно свободно осуществлять любые манипуляции с сетевым оборудованием. У студентов появляется возможность тестировать, симулировать и экспериментировать, но не с реальным оборудованием, а в виртуальной среде. В связи с этим, актуальной задачей является разработка учебных заданий, адаптированных под программную среду эмулятора. Так называемых виртуальных лабораторных стендов – шаблонов сетей для конфигурации и выполнения различных учебных сценариев.

Одним из наиболее интересных в плане возможностей, предоставляемых преподавателям для создания шаблонов сетей, является пакет Cisco Packet Tracer [1], предназначенный для работы с оборудованием компании Cisco. Эмулятор имеет встроенные средства Activity Wizard, которые позволяют создавать шаблоны сетей для дальнейшего конфигурирования с целью тестирования знаний студентов. А также функцию Multiuser, позволяющую соединять в одну сеть

отдельные сегменты сети, расположенные на удаленных компьютерах. Связь устанавливается с помощью протокола PTMP (Packet Tracer Messaging Protocol), который базируется на протоколе TCP. Допускается использовать для подключения консольный кабель.

Такое взаимодействие дает возможность проводить групповые занятия, олимпиады, удалено работать с преподавателем, организовывать игры в классе. Описанные выше возможности Cisco Packet Tracer были активно использованы при разработке интерактивных виртуальных шаблонов сетей лабораторного практикума, большинство из которых ориентированы на работу в группе и могут выполняться в форме соревнования, или игры. Предусмотрено выполнение следующих заданий:

- Решение задачи по поиску и устранению неисправностей в компьютерной сети. Преподаватель выдает студентам конфигурационный файл модели компьютерной сети, подготовленный с помощью Activity Wizard, часть которой настроена и функционирует некорректно. Студент имеет доступ к части сетевого оборудования. Задача студента – найти и устранить ошибки в настройках сетевого оборудования и средств защиты за установленное время. Текст задания формируется с помощью HTML тегов. За каждый вид правильных настроек, которые студент выполняет, программа выставляет соответствующую оценку в баллах.

- Решение задачи построения корпоративной сети передачи данных. Задание может быть выдано преподавателем для группового удаленного выполнения. Перед группой студентов ставится задача построения корпоративной сети передачи данных в соответствии с выданным техническим заданием на проектирование и политикой безопасности. Цель обучающихся – правильно распределить обязанности по проектированию и настройкам отдельных модулей сети. Затем все сегменты соединяются через сетевые механизмы Multiuser Connection. В итоге нужно обеспечить работоспособность сети и выполнение всех исходных требований и политик безопасности.

- Многопользовательская игра «Царь горы» в режиме реального времени по методологии [2]. Суть игры состоит в следующем: у преподавателя есть кон-

фигурационный файл составной сети, в центре которой находится маршрутизатор. К центральному маршрутизатору подключены отдельные кластеры. В каждом кластере находится сетевая топология с ошибками. Удаленный студент подключается к своему кластера с помощью Cloud PT Multiuser. Цель игры – исследовать неизвестную сеть в кластере, решить в ней ряд проблем и добраться до центрального маршрутизатора первым.

– Многопользовательская игра в режиме реального времени «Эстафетная гонка». Позволяет организовать состязание между группами студентов. Как и в предыдущем случае, у преподавателя есть конфигурационный файл составной сети, в центре которой находится маршрутизатор. К центральному маршрутизатору подключены подсети, топология которых представляет собой последовательно соединенные между собой маршрутизаторы. За каждую ветвь маршрутизаторов отвечает команда, состоящая из 2–5 студентов. К каждому маршрутизатору (кроме центрального) подключен консольный кабель для возможности его настройки в Cisco IOS. Через сетевые механизмы Cloud PT Multiuser устанавливается связь с кластером каждого отдельного студента. Цель игры – как можно быстрее через консольное соединение настроить интерфейсы командных маршрутизаторов и подключиться первыми к центральному маршрутизатору. Это можно выполнить только тогда, когда каждый член команды справится со своим заданием, так как ветвь сети, ведущая к центральному маршрутизатору представляет собой последовательность командных маршрутизаторов, поэтому возможность подключения к центральному маршрутизатору зависит от того, как быстро и правильно настроит интерфейсы собственного маршрутизатора каждый член команды.

Список использованных источников:

1. Официальный сайт Cisco Systems. Програма Cisco Packet Tracer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cisco.com/web/learning/netacad/course_catalog/PacketTracer.html
2. Morozov E. Cisco Packet Tracer King-of-the-Hill Multiuser Game [Электронный ресурс] / E. Morozov. – Режим доступа: http://www.netskills.hu/regisztracio/sites/upload/conf2011/prezi/18_evgeny_morozov.pdf

Козачек М. В.

Николаевский межрегиональный университет развития человека «Украина»

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОКАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

Компьютерные технологии в наше время актуальны во всех сферах жизни. Интернет стал доступен практически каждому пользователю, количество которых растет с каждым днем, что отображается на увеличении загрузки сети и падении качества ее работы. В небольших населенных пунктах эта проблема стоит особенно остро.

Для решения данной проблемы была организована собственная локальная сеть, объединяющая несколько многоквартирных домов, расположенных на небольшой территории, полностью соответствующая запросам пользователей.

Задачи исследования:

- Доказать возможность объединения компьютеров в единую локальную сеть в поселке.
- Показать преимущества пользователей, подключенных к поселковой сети, в сравнении с изолированными пользователями.

Новизна исследования: перенос локальной сети за пределы одного сооружения и идея использовать новейшие компьютерные технологии Wi-Fi в объединении точечных узлов связи, представляющих собой независимые локальные сети.

Для прокладки локальной сети в многоквартирном доме наиболее удобно использовать схему размещения компьютеров по типу «звезда». В качестве центрального узла целесообразно использовать концентратор и к нему уже подключать все рабочие станции. Так как здание, в котором прокладывается сеть имеет два подъезда и четыре этажа, в каждом подъезде по четыре квартиры на этаже, то логично будет применить три концентратора. Один на 8 портов, два на 16.

Создается одноранговая локальная сеть, где нет выделенного сервера, так как её легко настроить, не требуется серверного программного обеспечения, не нужен квалификационный системный администратор.

При проектировании необходимо учитывать, что максимальная длина кабеля от порта до порта не должна превышать 100 метров. Если расстояние между

коммутаторами или между коммутатором и компьютером превышает 100 м, то его можно поделить на участки по 100 метров и соединить их через коммутаторы (рис. 1).



Рис. 1. Схема соединения через коммутатор

Для построения сети воспользуемся витой парой, которая доступна по цене, проста в монтаже и обладает высокой пропускной способностью, учитывая ограничения стандарта:

- максимальное количество станций в сети – 1024;
- максимальное расстояние между двумя узлами сети (двумя точками подключения станций или концентраторов) – 500 м;
- максимальная длина сегмента – 100 м;
- максимальная пропускная способность сети – 10 Мбит/с.

На основе вышесказанного мы разработали схему нашей сети (рис. 2).

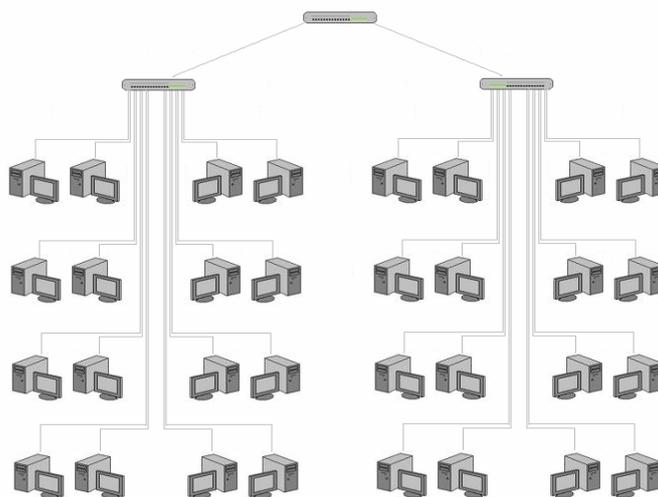


Рис. 2. Схема построения локальной сети

Монтаж сети начнем с установки основного восьмипортового концентратора на чердаке. Подготовим кабель к подключению, обжав его коннектором,

строго соблюдая последовательность действий при обжиме и расплетая провода строго по схеме. Способы обжима коннекторов RJ-45 указаны на рис. 3 и 4.



Рис. 3. Прямой порядок обжима витой пары, ведущей от рабочей станции к концентратору

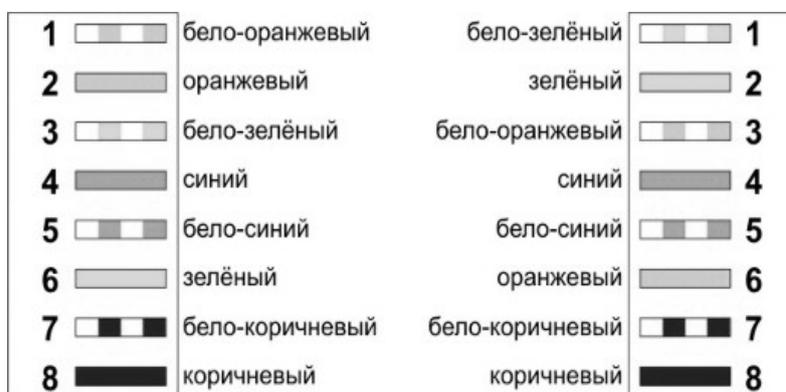


Рис. 4. Кросс-линковый порядок обжима витой пары

От корневого концентратора спустим два кабеля по трубе, предназначенной для низковольтных проводов, по одному на каждый подъезд и заведем их в ближайшие квартиры, где разместим шестнадцати-портовые концентраторы второго уровня. От концентраторов второго уровня идет разводка по подъезду. Спуск кабелей по этажам производится также по трубам для низковольтных проводов. На каждом этаже выводится необходимое количество проводов и протягивается в квартиры, где подключаются через распределительную коробку к сетевым картам, используя для подключения ресурсы сетевого программного обеспечения, входящего в состав операционной системы Windows 7. Материальные затраты на организацию локальной сети указаны в табл. 1.

На сегодняшний день нам удалось создать единое сетевое пространство в большом многоквартирном доме (п. г. т. Сергеевка, Одесская область). Создание

точечных узлов связи – это начальный этап по объединению посёлка в единую локальную сеть.

Таблица 1. Расчет материальных затрат на организацию сети

№ п/п	Наименование оборудования	Ед. изм.	Количество	Цена (грн.)	Сумма (грн.)
1	Концентратор 8 портовый	шт	1	200	200
2	Концентратор 16 портовый	шт	2	290	580
3	Кабель «витая пара» категории 5	м	275	2.5	687.5
4	Коннекторы для коммутаторов	шт	4	2	8
5	Коннекторы для компьютеров	шт	64	2	128
6	Розетки для коннекторов	шт	32	15	480
Всего					2083.5

Если на большинстве домах будут установлены концентраторы, связать их между собой, создав тем самым единую среду для общения, можно с помощью новейших компьютерных технологий беспроводной связи Wi-Fi, что даст ряд преимуществ:

1. Разделение ресурсов позволяет совместно использовать периферийные устройства (например, принтеры) и дисковое пространство удаленных компьютеров.

2. Возможность многопользовательского режима работы с программами и документами. Совместное применение программных средств, игр.

3. Использование вычислительной мощности удаленного процессора более мощного компьютера позволяет существенно снизить затраты на модернизацию устаревшей модели пользователя. Компьютер с ограниченными возможностями, подключаясь к более мощному, имеет возможность использовать его ресурсы.

4. Повышение эффективности подключения к глобальной сети Internet. По локальной сети возможно получить доступ в Internet нескольких компьютеров через один модем, что сокращает материальные расходы на оплату услуг глобальной сети.

В данной работе мы показали явные преимущества пользователей, подключенных к поселковой локальной сети и доказали, что создавать собственную сеть и объединять в неё компьютеры возможно и необходимо.

Лотоцький В. Я.

Тернопільський національний економічний університет, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧОЇ ПАПКИ ВИКОНУВАНОГО ПРОЦЕСУ АКТИВНОГО ВІКНА ЗАСОБАМИ WIN32 API ТА C#

Актуальність. Із виходом ОС Windows 8 компанія Microsoft представила нову архітектуру ПЗ Windows Runtime. Додатки, створені згідно нової архітектури, розповсюджуються за допомогою Windows Store та, будучи запущеними на пристрої користувача, працюють всередині процесу WWAHost.exe, що унеможливує ідентифікацію активного додатку, використовуючи назву його процесу.

Таким чином, поточне ПЗ для ОС Windows, ціллю якого є збір та опрацювання інтенсивності використання додатків, містить проблеми з розпізнаванням активних додатків у середовищі Windows Runtime. Нами було розглянуто широкий ряд додатків-профайлерів і у кожному з них було підтверджено існування проблеми невірної ідентифікації активного додатку Windows Runtime, коли, незалежно від активного додатку, зберігалась лише назва процесу WWAHost.exe.

Оскільки нам не вдалось знайти існуючого ПЗ чи підходу, які б коректно розв'язували поставлену задачу, було прийнято рішення знайти підхід до визначення активного додатку у середовищі Windows Runtime шляхом роботи з оточенням активного процесу.

Підхід. Проаналізувавши роботу додатків з Windows Store ми переконались, що кожний додаток ініціалізує окремий процес WWAHost.exe та виконується в ньому. Зчитавши Process Environment Block (PEB) [1] ми можемо знайти вказівник на структуру RTL_USER_PROCESS_PARAMETERS [2], що, в свою чергу, містить вказівник на стрічку з поточною директорією процесу: поле UNICODE_STRING CurrentDirectoryPath [3].

У середовищі Windows Runtime директорія поточного процесу WWAHost.exe містить ряд інформації щодо активного додатку, що включає в себе ім'я додатку, яке залишається незмінним, доки додаток залишається інстальованим у ОС. Таким чином, проаналізувавши директорію поточного процесу WWAHost.exe та за-

стосувавши правила регулярних виразів [4] ми можемо отримати назву активного додатку Windows Store.

Реалізація. Process Environment Block (PEB), зазвичай, знаходиться в верхніх ділянках пам'яті процесу, над «0x7ff00000». Адреса PEB є різною майже для всіх процесів, що унеможливорює її оголошення у вигляді константи. Єдиним способом отримати її є використання недокументованої функції бібліотеки ntdll.lib NtQueryInformationProcess [5].

Для виклику функції NtQueryInformationProcess необхідно знати адресу PEB. Для знаходження адреси PEB будь-якого процесу слід отримати інформацію про структуру PROCESS_BASIC_INFORMATION наступним чином:

```
private struct PROCESS_BASIC_INFORMATION
{
    public IntPtr Reserved1;
    public IntPtr PebBaseAddress;
    public IntPtr Reserved2_0;
    public IntPtr Reserved2_1;
    public IntPtr UniqueProcessId;
    public IntPtr Reserved3;
}
private struct UNICODE_STRING
{
    public short Length;
    public short MaximumLength;
    public IntPtr Buffer;
}
[DllImport("ntdll.dll")]
private static extern int NtQueryInformationProcess(IntPtr ProcessHandle, int
ProcessInformationClass, ref PROCESS_BASIC_INFORMATION ProcessInformation, int
ProcessInformationLength, IntPtr ReturnLength);
[DllImport("kernel32.dll", SetLastError = true)]
private static extern bool ReadProcessMemory(IntPtr hProcess, IntPtr lpBaseAddress, ref
UNICODE_STRING lpBuffer, IntPtr dwSize, IntPtr lpNumberOfBytesRead);
```

Оголосивши необхідні структури, безпосередньо в методі, що працює з активним процесом, дізнаємося його адресу PEB:

```
PROCESS_BASIC_INFORMATION pbi = new PROCESS_BASIC_INFORMATION();
int hr = NtQueryInformationProcess(handle, 0, ref pbi, Marshal.SizeOf(pbi), IntPtr.Zero);
if (hr != 0)
    throw new Win32Exception(hr);
```

За допомогою отриманої PEB адреси процесу (pbi.PebBaseAddress) можна зчитати інформацію, на яку вона вказує та добратись до структури RTL_USER_PROCESS_PARAMETERS:

```
IntPtr pp = new IntPtr();
if (!ReadProcessMemory(handle, pbi.PebBaseAddress + processParametersOffset, ref pp, new
IntPtr(Marshal.SizeOf(pp)), IntPtr.Zero))
    throw new Win32Exception(Marshal.GetLastWin32Error());
```

Наступним кроком потрібно отримати структуру UNICODE_STRING CurrentDirectoryPath та прочитати її вміст у буфер для подальшого використання:

```
UNICODE_STRING us = new UNICODE_STRING();
if (!ReadProcessMemory(handle, pp + offset, ref us, new IntPtr(Marshal.SizeOf(us)),
IntPtr.Zero))
    throw new Win32Exception(Marshal.GetLastWin32Error());
if ((us.Buffer == IntPtr.Zero) || (us.Length == 0))
return null;
```

Нарешті, прочитавши буфер, отримуємо поточну директорію активного процесу:

```
string s = new string('\0', us.Length / 2);
hr = NtWow64ReadVirtualMemory64(handle, us.Buffer, s, us.Length, IntPtr.Zero);
if (hr != 0)
{
    throw new Win32Exception(hr);
}
return s;
```

З шляху поточної директорії маємо змогу побачити, який саме додаток Windows Store виконується всередині процесу WWAHost.exe та в подальшому використовувати цю інформацію для власних цілей.

Висновок. У роботі описано підхід та найважливіші аспекти реалізації пошуку поточної директорії активного процесу, що дає змогу отримати назву активного додатку, який виконується у процесі WWAHost.exe в середовищі Windows Runtime.

Цей підхід дасть змогу вдосконалити існуючі додатки-профайлери та додати можливість відслідковування та оцінювання статистики використання додатків у середовищі Windows Runtime.

Список використаних джерел:

1. Wikipedia [Електронний ресурс]. – Process Environment Block. – Режим доступу: http://www.en.wikipedia.org/wiki/Process_Environment_Block
<http://www.msdn.microsoft.com/en-us/library/ms123401.aspx>
2. MSDN. The Microsoft developer network library [Електронний ресурс]. – RTL_USER_PROCESS_PARAMETERS structure. – Режим доступу: [http://www.msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa813741\(v=vs.85\).aspx](http://www.msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa813741(v=vs.85).aspx)
3. The Undocumented Functions. [Електронний ресурс]. – RTL_USER_PROCESS_PARAMETERS. – Режим доступу: http://www.undocumented.ntinternals.net/UserMode/Structures/RTL_USER_PROCESS_PARAMETERS.html
4. Friedl Jeffrey E. F. Mastering Regular Expressions. O'Reilly Media; Third Edition edition (August 15, 2006). – 544 p.
5. The Undocumented Functions [Електронний ресурс]. – NtQueryInformationProcess. – Режим доступу: <http://www.undocumented.ntinternals.net/UserMode/UndocumentedFunctions/NtObjects/Process/NtQueryInformationProcess.html>

Мовчан О. С., к. г. н. Кузніченко С. Д.

Одеський державний екологічний університет, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ДІЇ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ОСНОВІ ПРОТОКОЛУ DTN

В останні роки досить актуальною і перспективною є тема створення нової космічної системи комунікацій, яка вже отримала назву «міжпланетного Інтернету». Першим кроком в цьому напрямку було тестування космічної системи IPN

(Interplanetary Internet) інженерами NASA в 2008 році. Спеціалісти Лабораторії реактивного руху в Каліфорнії за допомогою спеціального програмного забезпечення провели сеанс зв'язку і передали на Землю більше десятка фотографій з космічного апарату NASA, який знаходиться на відстані близько 37 млн. км.

В основі «міжпланетного Інтернету» лежить нова технологія DTN (Disruption-Tolerant Networking – стійкий до розривів передачі даних) [1]. Протокол DTN дуже схожий на TCP/IP, але в ньому відсутній основоположний принцип TCP/IP – підтвердження отримання сигналу. Якщо в земних умовах передавальний вузол відповідає на запит приймаючого тільки після того, як сам встановить з ним зв'язок, то в космосі така технологія означає надзвичайно довгі сеанси зв'язку. Особливістю DTN є можливість доставки даних не залежно від поточного стану каналів зв'язку. Для «класичних» протоколів (наприклад, TCP або UDP) у випадку неможливості доставки даних в «поточний» момент, дані знищуються. В DTN реалізований інший принцип «збережи і передай» (Store and Forward). При отриманні даних для вузла, який на даний момент знаходиться поза зоною доступу, дані зберігаються. Після знаходження маршруту до одержувача (або самого одержувача) дані передаються на наступний вузол. За допомогою цього протоколу інформація може передаватися за будь-яких умов, майже на будь-яку відстань.

Особливі функції протоколу DTN реалізуються за допомогою надбудованого нового рівня у стеку протоколів, що має назву *буферний рівень* (bundle layer) [2]. У сучасному протоколі TCP/IP, цей рівень буде розташовуватися під рівнем додатків (Application), що дасть йому змогу поєднувати та пропускати через себе усю інформацію від/до додатків, передаючи дані через складені мережі з великою відстанню та затримкою. Буферний рівень зберігає та передає дані, що надходять, або фрагменти даних поміж вузлів мережі. На рис. 1 пояснюється різниця між звичайним Інтернет-протоколом та протоколом DTN.

Буфер може бути вільної довжини і розширює ієрархію інкапсуляції даних об'єкту, що контролюються Інтернет-протоколами. Приклад на рис. 2 показує, як інкапсуляція буферного рівня працює у контексті з нижніми рівнями протоколу TCP/IP. Як і IP-пакети, що згодом розбиваються на фрагменти у дейтаграмах,

порції даних буферного рівня також можуть бути фрагментовані. На кінцевому вузлі повідомлення знов збирається в одне ціле.

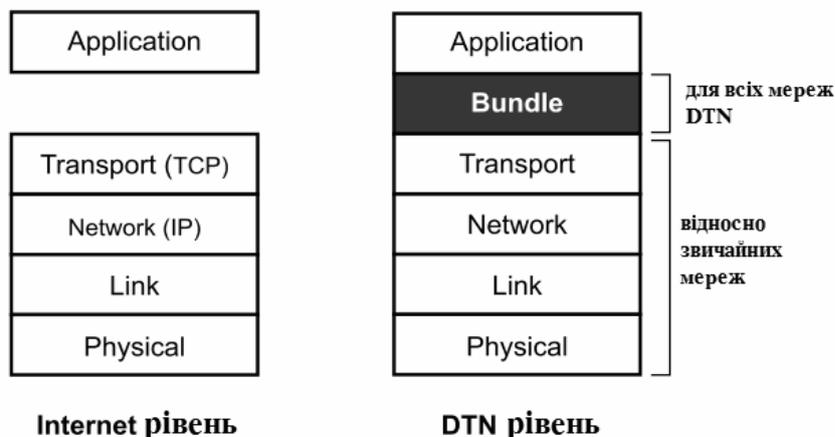


Рис. 1. Порівняння рівнів протоколів Інтернет та DTN

Метою роботи є моделювання дії супутникового зв'язку на основі протоколу DTN. Результатом моделювання є інформаційна система функціонування DTN, створена за допомогою методології SADT, та опис структури мережі, яка могла би працювати та виконувати всі поставлені до неї задачі на основі протоколу DTN.

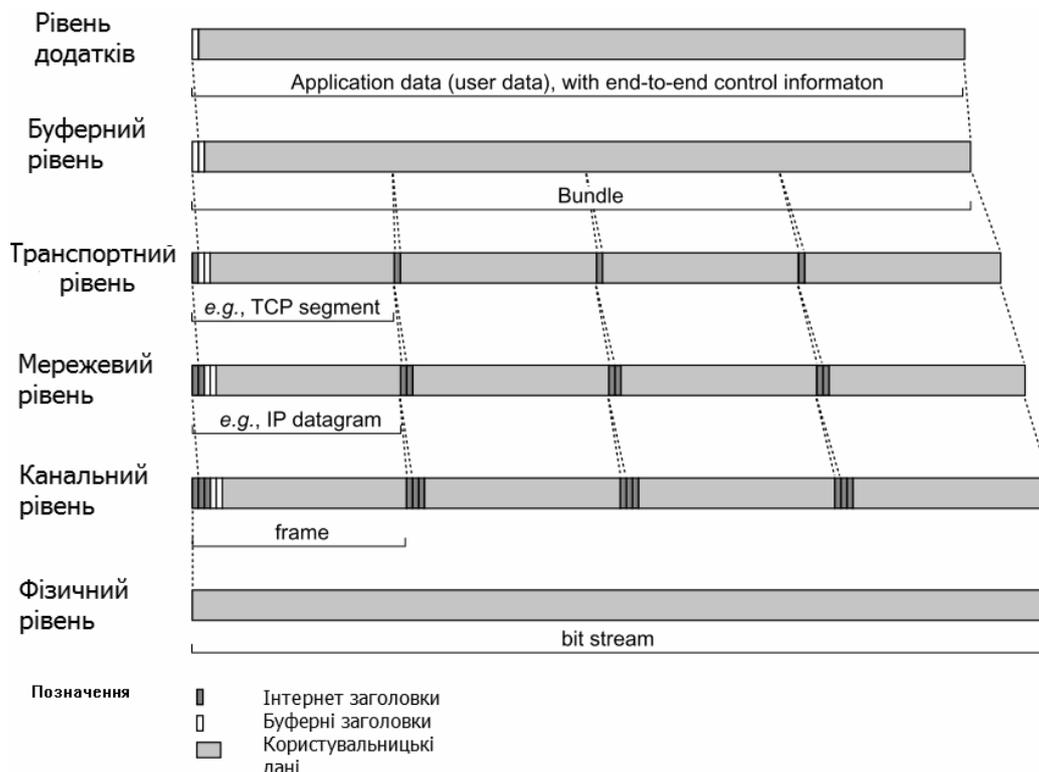


Рис. 2. Інкапсулювання буферного рівня

Модель будується на 4 супутниках зв'язку: космічному апараті Ерохі, який імітує марсіанську станцію ретрансляції, 3 супутниках типу GEO, які покривають усю поверхню Землі та 6 приймачів сигналу на Землі, що імітують далекі станції прийому сигналів на кожному материку. Вузли наземних станцій приєднуються до загальної мережі через супутники VSAT, які в свою чергу надсилають/приймають інформацію до ретрансляційних вузлів мережі, а останні до Ерохі та в зворотному напрямку.

Інформаційна система функціонування DTN може подальше бути використана для розробки емуляторів DTN-мереж.

Список використаних джерел:

1. V. Serf, S. Burleigh, A. Hooke, L. Torgeson, R. Durst, K. Scott, K. Faill, H. Weiss. Delay-Tolerant Network Architecture, DTN Reserch Group Internet Draft, Draft 2, «draft_irtf_arch_02», March 2003.
2. Fall K. DTN: an architectural retrospective / K. Fall, S. Farrell // IEEE Journal on Selected Areas in Commun. – 2008. – Vol. 26. – No. 5. – June. – P. 828–836.

Енергетика

Телегин В. В.

Липецкий государственный технический университет, Российская Федерация

КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Эффективность электрогенерирующего комплекса, в общем случае, определяется целым набором показателей, характеризующих его работоспособность, надёжность и экономичность. Полагая систему электроснабжения автономного потребителя, представленную на рис. 1, замкнутой, можно утверждать, что сумма мощностей источников электрической энергии должна быть равна сумме мощностей, расходуемых в приёмниках этой энергии за вычетом потерь вследст-

вие её передачи и различного рода преобразований. Источниками энергии в данной системе являются устройства, использующие энергию ветра, солнечного излучения и водяного потока для генерации электрического тока. Приёмники – потребитель и балластное сопротивление. Система аккумулирования электроэнергии, может выступать как в роли её источника, так и приёмника. Решение задачи проектирования действительно эффективной автономной системы электроснабжения, может быть осуществлено путём применения методов моделирования и оптимизации, опирающихся на современные компьютерные технологии [1].

В результате исследований, выполненных автором [2; 3], были установлены две группы критериев, определяющих эффективность автономного энергетического комплекса на базе технологий альтернативной энергетики: экономические и энергетические. В качестве единственного критерия экономической эффективности электрогенерирующего комплекса обеспечивающего электроснабжение автономного потребителя с использованием преобразования энергии ветра, солнечного излучения и водяного потока логично принять стоимость этих устройств, включающую их доставку, монтаж и ввод в эксплуатацию (C_{Σ}).

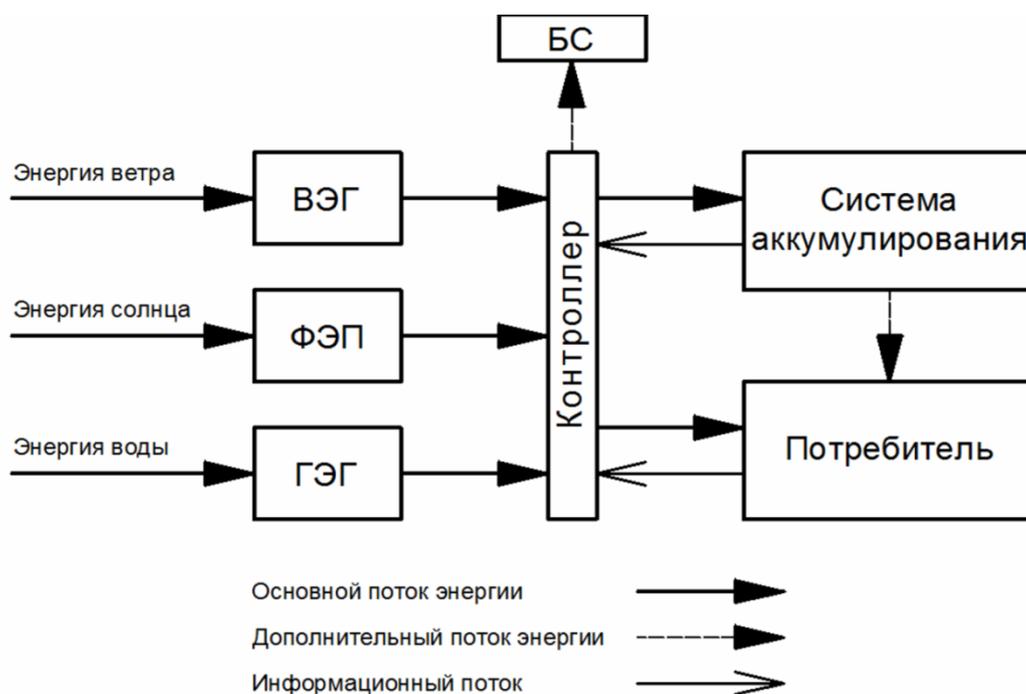


Рис. 1. Энергетические потоки в системе электроснабжения автономного потребителя

Суммарную стоимость оборудования автономной системы электроснабжения, с учётом его установки, можно представить в виде:

$$C_{\Sigma} = C_{\text{в}} \cdot N_{\text{в}} + C_{\text{с}} \cdot N_{\text{с}} + C_{\text{г}} \cdot N_{\text{г}} + C_{\text{а}} \cdot N_{\text{а}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{в}}$, $C_{\text{с}}$, $C_{\text{г}}$ и $C_{\text{а}}$ – стоимость ветро-, фото-, гидроэнергетической установки и аккумулирующего устройства, а $N_{\text{в}}$, $N_{\text{с}}$, $N_{\text{г}}$ и $N_{\text{а}}$, соответственно, их количество. Значения параметров $N_{\text{в}}$, $N_{\text{с}}$, $N_{\text{г}}$ и $N_{\text{а}}$ определяют структуру электрогенерирующего комплекса, то есть наличие или отсутствие генерирующих устройств.

Стоимость ветроэнергетической установки (ВЭУ) зависит от её мощности (диаметра ветроколеса), высоты и конструкции мачты, а так же включает в себя некоторую долю стоимости дополнительного оборудования. Стоимость фотоэлектрической установки (ФЭУ) определяется стоимостью панели с учетом систем управления её ориентации и концентрации. Стоимость гидроэлектростанции (ГЭС), аналогично ВЭУ, зависит от его конструкции, мощности и высоты плотины. В дальнейшем будем полагать, что:

$$C_{\text{в}} = (a_{\text{в}} D_{\text{в}} + b_{\text{в}}) + (c_{\text{в}} h_{\text{в}} + d_{\text{в}}) + \frac{C_{\text{д}} \cdot N_{\text{в}}}{N_{\text{в}} + N_{\text{с}} + N_{\text{г}}}; \quad (2)$$

$$C_{\text{с}} = a_{\text{с}} + \frac{C_{\text{д}} \cdot N_{\text{с}}}{N_{\text{в}} + N_{\text{с}} + N_{\text{г}}}; \quad (3)$$

$$C_{\text{г}} = (a_{\text{г}} D_{\text{г}} + b_{\text{г}}) + (c_{\text{г}} h_{\text{г}} + d_{\text{г}}) + \frac{C_{\text{д}} \cdot N_{\text{г}}}{N_{\text{в}} + N_{\text{с}} + N_{\text{г}}}, \quad (4)$$

где $a_{\text{в}}$, $b_{\text{в}}$, $c_{\text{в}}$, $d_{\text{в}}$ – эмпирические коэффициенты, определяющие стоимость ВЭУ в зависимости от его конструкции, мощности и высоты установки; $D_{\text{в}}$, $h_{\text{в}}$ – диаметр ветроколеса и высота мачты; $C_{\text{д}}$ – стоимость дополнительного оборудования; $a_{\text{с}}$ – стоимость одной панели с учётом систем управления её ориентации и концентрации; $a_{\text{г}}$, $b_{\text{г}}$, $c_{\text{г}}$, $d_{\text{г}}$ – эмпирические коэффициенты, определяющие стоимость ГЭС в зависимости от его конструкции, мощности и высоты плотины; $D_{\text{г}}$, $h_{\text{г}}$ – диаметр рабочего колеса (или площадь для свободнопоточных ГЭС) и высота плотины (или стоимость других гидрологических сооружений); $C_{\text{д}}$ – стоимость дополнительного оборудования.

К критериям энергетической эффективности можно отнести: максимальную суммарную мощность генерирующих устройств комплекса (P_{Σ}), расположен-

ного на заданной территории; минимальное значение суммарной мощности, рассеянной балластным сопротивлением ($P_{\Sigma\delta}$), при выполнении условия работоспособности электрогенерирующего комплекса.

Выбор в качестве показателя эффективности первого из энергетических критериев может быть использован на этапе выполнения работ, связанных с принятием решений по созданию автономных предприятий (потребителей) на заданной территории в той или иной географической точке местности. Применение второго критерия целесообразно в ситуациях, когда параметры энергетических затрат потребителя определены.

Суммарная мощность P_{Σ} на временном отрезке T :

$$P_{\Sigma} = \frac{1}{T} \int_0^T \left(0.5 N_B \rho_B S_B V_B^3 \eta_{ВД} \eta_B + R_c N_c S_c \eta_{СП} \eta_c + 0.5 N_G \rho_G S_G V_G^3 \eta_{ГГ} \eta_G \right) dt, \quad (5)$$

где N_B , N_c , N_G – количество ветродвигателей, солнечных панелей и гидрогенераторов; ρ_B , ρ_G – плотность воздуха и воды; S_B , S_G – площади ветроколеса и рабочего колеса гидротурбины; $\eta_{ВД}$, $\eta_{СП}$, $\eta_{ГГ}$ – к. п. д. ветродвигателя (ветроколесо, редуктор, генератор и др.), солнечной панели (ФЭП, концентратор, система слежения и др.), гидрогенератора (гидротурбины, генератора и др.); η_B , η_c , η_G – к. п. д. линий электропередач, систем коммуникации, стабилизации и др., соответственно для ветродвигателей, солнечных панелей и гидрогенераторов; V_B , V_G – скорости ветра и водяного потока; R_c – текущая суммарная мощность солнечного излучения (прямого, отражённого и рассеянного) в фокусирующей плоскости.

Суммарная мощность, рассеянная балластным сопротивлением на временном отрезке T , определяется зависимостью:

$$P_{\Sigma\delta} = \frac{1}{T} \int_0^T P_{\delta} dt. \quad (6)$$

Эффективность системы автономного электроснабжения, как показали исследования, определяется значениями двух основных критериев: стоимости и мощности энергокомплекса. Расчёт автономного комплекса энергоснабжения – это задача многокритериальной оптимизации. Оптимальным является решение задачи проектирования эффективной автономной системы электроснабжения,

путём применения методов моделирования и оптимизации, опирающихся на современные компьютерные технологии [4].

Список использованных источников:

1. Телегин В. В. Компьютерное моделирование эффективности использования систем альтернативной энергетики / В. В. Телегин // Естественные и технические науки. – 2012. – № 5 (61). – С. 309–312.
2. Шпиганович А. Н. Энергосбережение с использованием автономных источников на базе технологий альтернативной энергетики / А. Н. Шпиганович, В. В. Телегин // Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2011. – № 4 (26). – С. 16–21.
3. Телегин В. В. Параметры автономных систем энергоснабжения на базе альтернативных источников энергии / В. В. Телегин, А. Н. Шпиганович // Сборник докладов V Междунар. науч.-практ. заоч. конф. «Энергетика и энергоэффективные технологии». – Липецк: ЛГТУ, 2012. – С. 98–100.
4. Свид. 2012660892 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Технологии альтернативной энергетики (ТАЭ) / В. В. Телегин; заявитель и правообладатель Телегин Валерий Викторович (RU). – №2012660892; заявл. 22.10.12; опубл. 30.11.12, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

Металургія

К. т. н. Горбачев Л. А., к. т. н. Недобитков А. И.

Восточно-Казахстанский государственный университет

имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИНЫ АВАРИЙНОГО РАЗРУШЕНИЯ ПОЛУОСИ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-2106

При анализе причин различных аварийных ситуаций, как правило, возникает много вопросов, ответ на которые можно дать только при условии комплексного анализа с учетом всех факторов, даже тех, которые могут показаться несущественными.

При достаточно благоприятных погодных условиях, хорошей видимости и при сравнительно невысокой скорости движения произошло опрокидывание автомобиля ВАЗ-2006, гос. номер F 576 HNM. В результате опрокидывания были повреждены различные элементы автомобиля, в том числе обломана правая полуось по сечению посадки во внутреннем кольце подшипника (рис. 1).

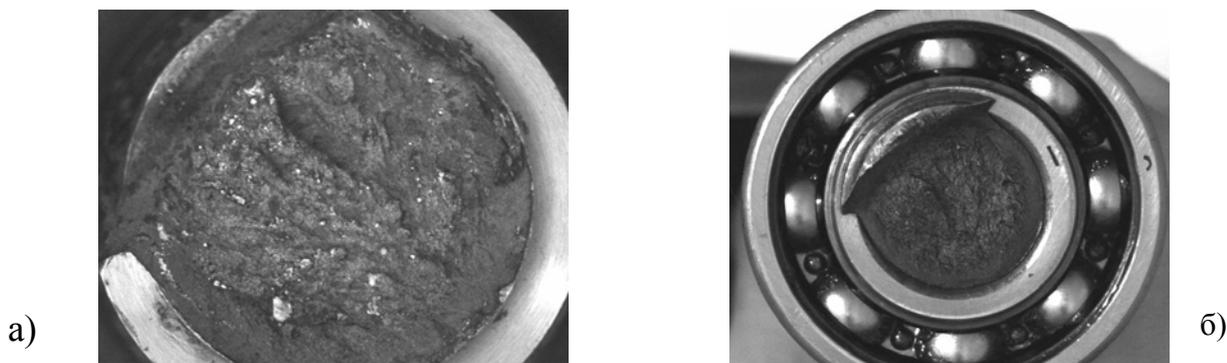


Рис. 1. Вид излома полуоси:

а – вид со стороны фланца; б – вид со стороны со стороны подшипника

Комиссия в составе дорожной полиции и дилеров АвтоВАЗ на основании изучения схемы происшествия, анализа характера повреждений частей автомобиля пришла к заключению, что полуось разрушилась в результате удара при опрокидывании. Причина аварии – вина водителя (*сейчас это называют «человеческий фактор»*). В компенсации ущерба водителю было отказано. Водитель с таким заключением не согласился и обратился в независимую экспертизу.

При исследовании в первую очередь было учтено пояснение водителя: внезапно появился резкий нарастающий звук в правом заднем колесе, автомобиль стал терять управляемость, поэтому водитель повернул влево, после чего автомобиль опрокинулся. Дальнейший анализ показал, что если бы водитель повернул вправо, то последствия аварии были бы гораздо серьезнее.

На основании этой информации, а также с учетом анализа характера излома в месте разрушения полуоси, были сделаны предварительные выводы:

1. Полуось имела производственные дефекты (или дефект). Качественно изготовленная полуось имеет большой запас прочности и при таком достаточно «мягком» опрокидывании разрушиться не могла.

2. Усталостный излом (рис. 1) имеет строение и структуру, характерную для интенсивного усталостного разрушения. Резкий звук, появившийся в правом заднем колесе перед опрокидыванием – однозначный признак усталостного долома.

3. Пробег автомобиля до аварии – менее 10000 км. Это должно означать, что вследствие наличия дефекта (или дефектов) в материале полуоси усталостная трещина (или трещины) возникла в ранней стадии, интенсивно развивалась и привела к преждевременному разрушению.

Для выяснения причин разрушения был выполнен комплекс исследований.

Полуоси для этого класса автомобилей изготавливаются из среднеуглеродистых сталей 35; 40; 40X; 45X и др. Заготовки полуосей получают обработкой давлением с последующей механической и термической обработкой токами высокой частоты (т. в. ч.).

Задачей комплекса исследований было установить, насколько физико-механические характеристики материала исследуемой полуоси соответствовали техническим требованиям.

Химический состав. Проверка химического состава материала полуоси.

Данные химического анализа приведены в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав материала полуоси

Химический элемент	Процентное содержание
Углерод	0,39%
Марганец	0,66%
Кремний	0,23%
Хром	0,1%

На основании результатов проведенного химического анализа следует вывод, что материал исследуемой полуоси соответствует сталям 35, 40 (ГОСТ 1050-74).

Твердость. Схема измерения твердости.

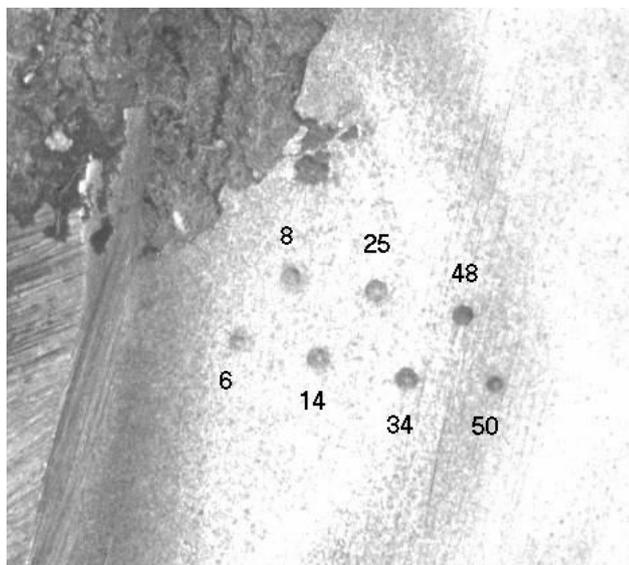


Рис. 2. Схема измерения твердости (цифры у отпечатков – значение твердости)

Твердость по сечению диаметра стержня полуоси (без упрочненного слоя) составила НВ 179-187. Результаты измерения твердости, включая упрочненный слой, НRC (две серии замеров) приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значения твердости по сечению полуоси

Номер точки	Серия	
	1	2
1	52	48
2	50	49
3	34	48
4	14	25
5	6	8

Участок измерений показан на рис. 2. Верхняя линия отпечатков индентера – первая серия (отпечаток слева соответствующий твердости закаленного слоя HRC 52 сошлифован при изготовлении микрошлифа), нижняя линия – вторая серия (отпечатки слева соответствующие твердости HRC 48, 49 сошлифованы).

Вывод: Твердость по сечению излома техническим требованиям соответствует.

Оценка глубины упрочненного слоя. На макрошлифе по сечению излома выявлены три зоны:

- первая (светлая) – закаленный слой (твердость HRC 52–53);
- вторая (темная) – переходный слой (твердость HRC 48–50);
- третья (светлая) – сердцевина (твердость HB 179–187).

Глубина упрочненного слоя (включая переходной слой) составила 5 мм.

Вывод: Характер расположения зон по сечению излома и их твердость техническим требованиям соответствуют.

Микроструктурный анализ. Для оценки микроструктуры материала сердцевины (неупрочненного при термической обработке) был приготовлен микрошлиф образца по сечению диаметра вала полуоси в плоскости, перпендикулярной оси вала. Микроструктура шлифа приведена на рис. 3.

Из анализа микроструктуры следует, что она представляет собой перлит пластинчатый и феррит с участками виндманштеттовой структуры. Балл зерна – 3–2 (рис. 4). Это означает, что перед поверхностной закалкой полуось не нормализована.

Специалистам хорошо известно, что установка детали с такой структурой в узлы, работающие в условиях сложного циклического нагружения, недопус-

тима. Если бы операция нормализации была выполнена, то перед закалкой поверхностного слоя полуоси материал имел бы требуемую структуру и свойства, поэтому аварийное разрушение этой полуоси было бы исключено.

Для доказательства этот образец был нормализован по режиму: температура нагрева 870 градусов, время выдержки 25 минут, охлаждение – на спокойном воздухе.

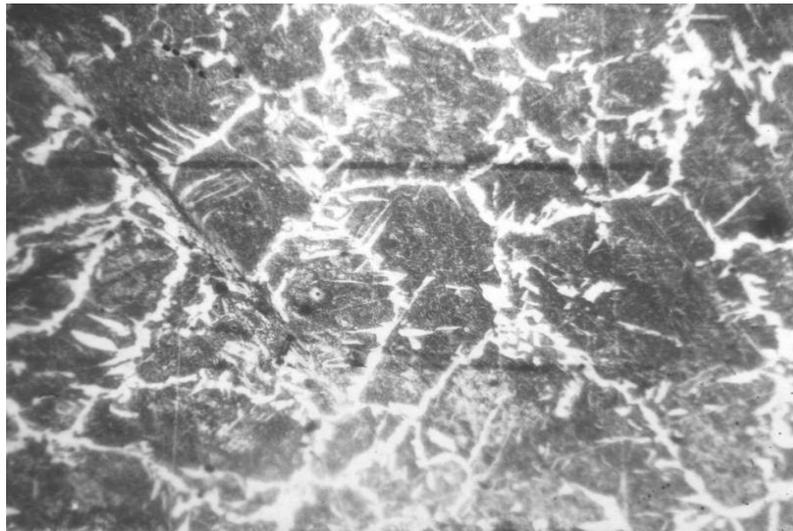
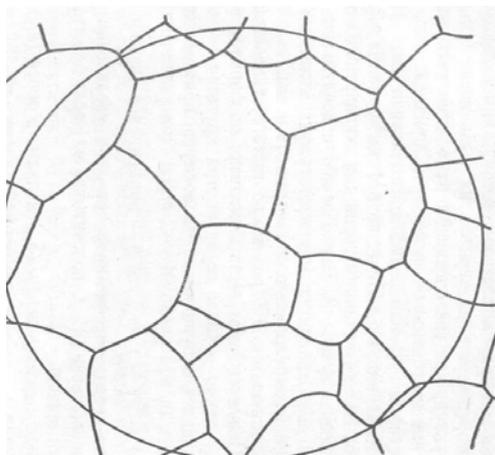
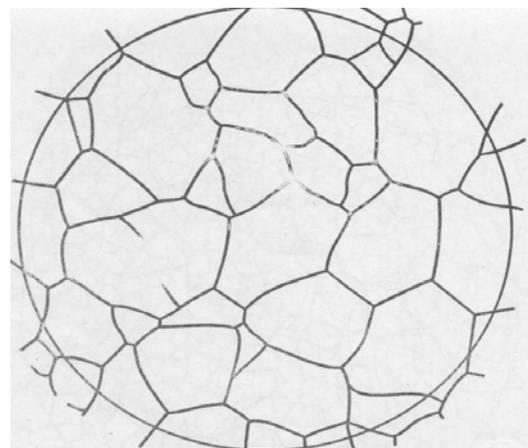


Рис. 3. Микроструктура материала полуоси под упрочненной зоной. x115



а)



б)

**Рис. 4. Определение балла зерна по шкале размеров зерна:
а – второй балл; б- третий. x100**

На рис. 5. показана микроструктура образца после нормализации, а на рис. 6 – шкала баллов.

Из анализа рис. 5 и 6 следует, что после нормализации микроструктура представляет собой мелкозернистую смесь сорбитообразного перлита и феррита,

а балл зерна после нормализации снизился с номера 3–2 до номера 10–9. Дефектность структуры анализируемой полуоси, показанной на рис. 3, устранена полностью.

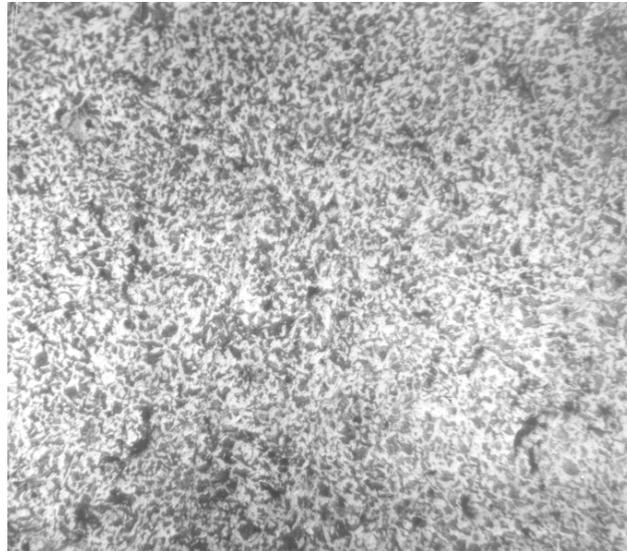
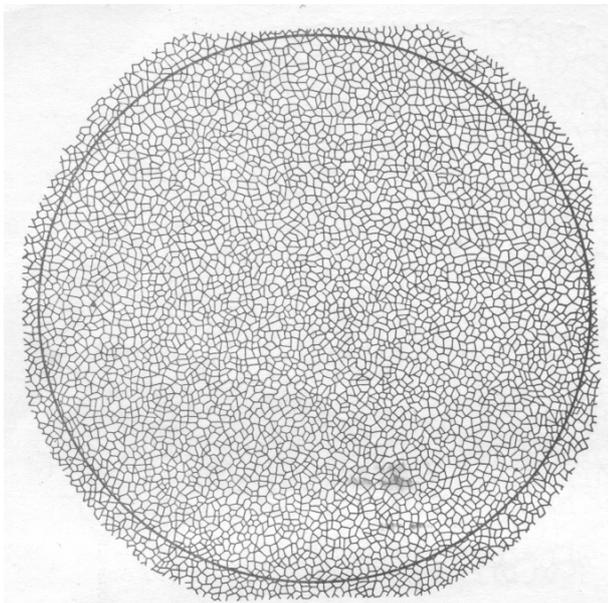
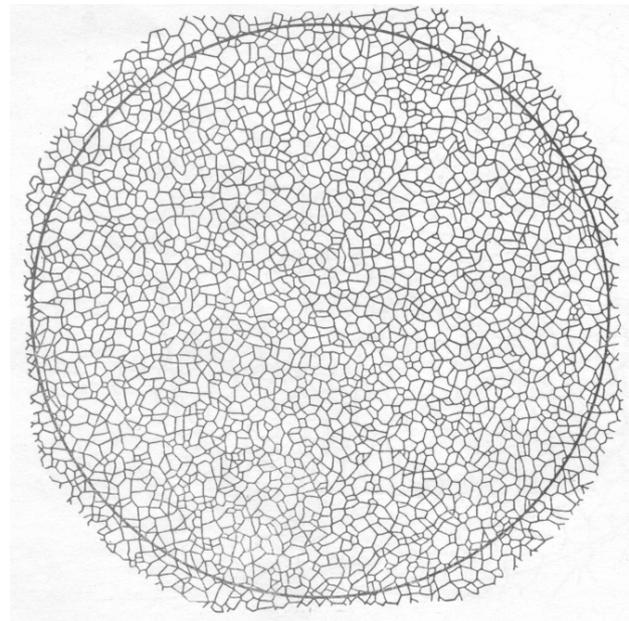


Рис. 5. Микроструктура образца после нормализации. x115



а)



б)

**Рис. 6. К определению балла зерна нормализованного образца:
а – десятый балл; б – девятый. x100**

Именно такая структура обуславливает высокие физико-механические характеристики деталей, воспринимающих сложное циклическое нагружение, характерное для условий работы полуоси автомобиля.

Известно [1], что при наличии поверхностного упрочненного слоя начало разрушения под действием циклических нагрузок происходит не на поверхности, а под упрочненным слоем.

При усталостном разрушении изделий (или образцов) с такой дефектной структурой материала нельзя ожидать классического вида поверхности излома – наличия фокуса излома, очага разрушения и участка избирательного развития трещины [2]. В данном случае разрушение имело многоочаговый характер с учетом сложности нагружения (кручение и различные виды циклического изгиба).

На рис. 7 показан вид излома со стороны подшипника.



Рис. 7. Вид излома со стороны подшипника

Данные рис. 7 показывают, что веерообразные линии на поверхности разрушения, ориентированные в сторону участка долома, свидетельствуют о многоочаговости усталостного разрушения. Светлые пятна на рисунке – результаты циклического контактирования поверхностей разрушения

Разрушение происходило по схеме циклического нагружения с концентратором напряжения. Концентратором (или концентраторами) при разрушении полуоси послужил слой дефектной структуры под упрочненным (закаленным) поверхностным слоем. Усталостная трещина по сечению дефектной сердцевин-

ны развивалась интенсивно и по исчерпанию прочностных связей произошло разрушение по всему сечению.

Однозначный вывод по результатам данного исследования – аварийное разрушение полуоси обусловлено дефектной структурой её материала. Она разрушилась не от удара при опрокидывании автомобиля – это автомобиль опрокинулся из-за разрушающейся на ходу полуоси (стадия усталостного разрушения – долом).

По результатам исследования была оформлена экспертиза, на которую соответствующие службы «АвтоВАЗ» отреагировали оперативно и объективно – потерпевшему водителю был выделен новый автомобиль и был выполнен комплекс мероприятий, исключающий подобные нарушения технологии.

Список использованных источников:

1. Лахтин Ю. М. Материаловедение / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1980. – 318 с.
2. Школьник Л. М. Методика усталостных испытаний: справочник / Л. М. Школьник. – М.: Металлургия, 1978. – 482 с.

Технологія харчової та легкої промисловості

Д. т. н. Ангелюк В. П., Злобина И. В.

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,

Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ КОГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ МЯСНЫХ ФАРШЕВЫХ СИСТЕМ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОЙ ДОБАВКИ

В условиях нестабильной экономической ситуации обостряются вопросы, связанные с производством продуктов питания, как результатом деятельности стратегически важной отрасли. В связи с этим большое значение приобретают ингредиенты, введение в рецептуру традиционных продуктов питания которых

помогают снизить стоимость продукции и не оказывают отрицательного влияния на потребительские характеристики.

Исследование органолептических и физико-химических параметров показало, что в качестве такой добавки может выступать нут – культура регионального значения в Саратовской области [1; 2].

Кроме указанных параметров, большое значение имеют так же реологические характеристики – они отражают изменения качественного и количественного состава продуктов.

В рамках данной работы было изучено влияние муки нута на когезионную прочность фаршевых систем опытных образцов с помощью устройства для определения условной когезии по собственной методике [3; 4].

Эксперимент проводили при одинаковых условиях для всех объектов: частота вращения вала – 3, 5, 8, 10, 13 с-1; время воздействия индентора [5–30] с интервалом 5 с; глубина погружения индентора – 0,01 м. На результирующих графиках (рис. 1–3) показана зависимость величины разлома образца от его состава.

Применение методов математической обработки данных позволило получить аппроксимационные зависимости исследуемого процесса посредством среды Excel 2007.

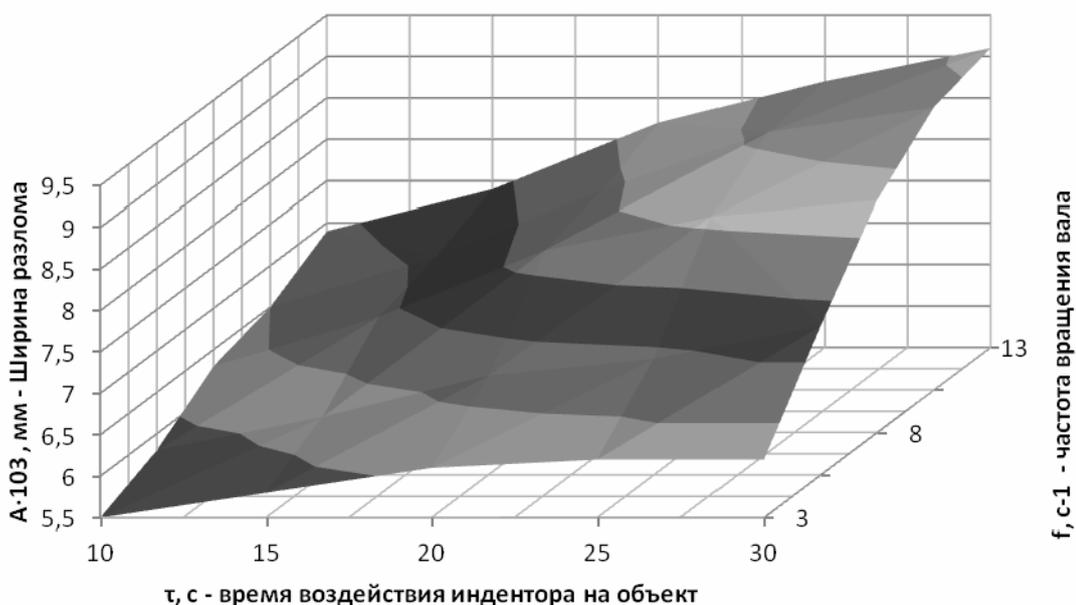


Рис. 1. График зависимости величины разлома от частоты вращения вала индентора и времени его воздействия на контрольный образец

$$B = 0,104\tau f + 0,23f + 0,14\tau + 5,12, \quad (1)$$

где B – ширина разлома объекта, м; f – частота вращения вала, с-1; τ – время воздействия индентора на объект, с.

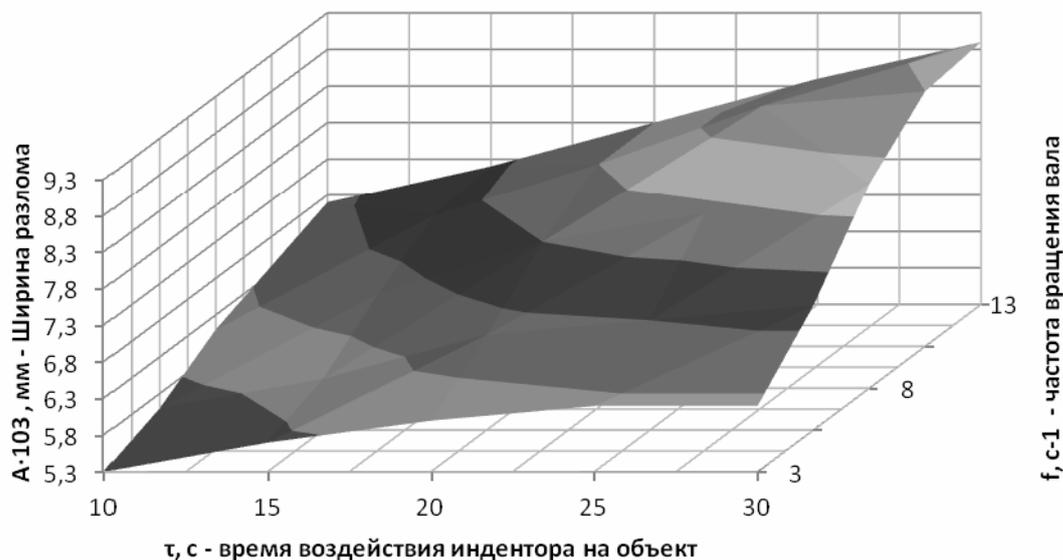


Рис. 2. График зависимости величины разлома от частоты вращения вала индентора и времени его воздействия на образец с заменой 20% массы хлеба мукой нута

$$B = 0,093\tau f + 0,239f + 0,179\tau + 4,905, \quad (2)$$

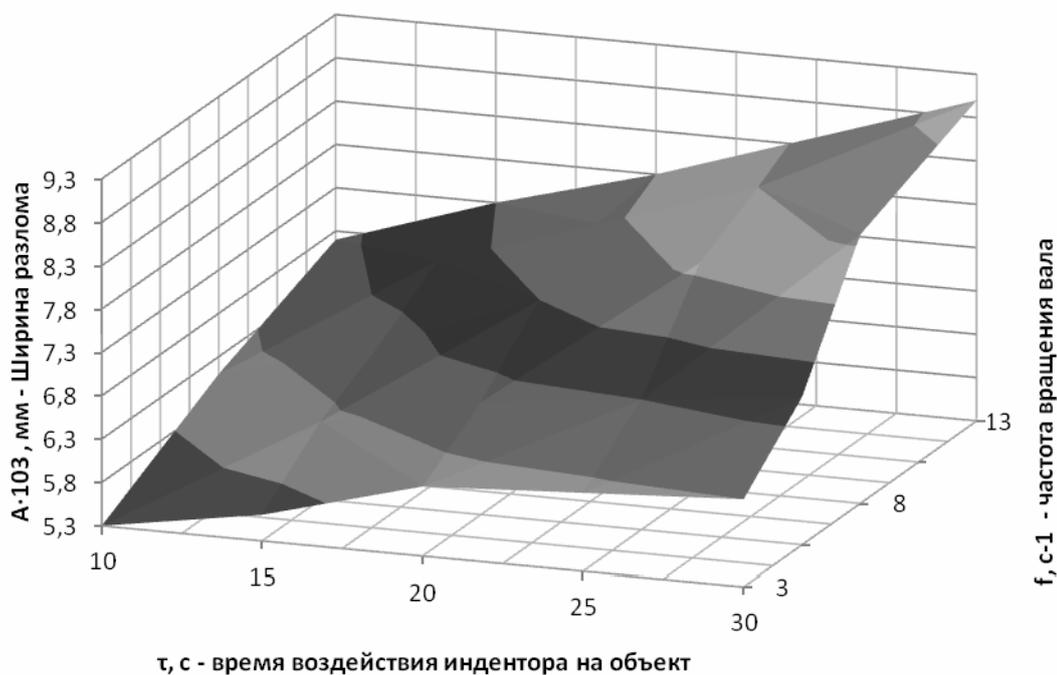


Рис. 3. График зависимости величины разлома от частоты вращения вала индентора и времени его воздействия на образец с заменой 5% массы мяса мукой нута

$$B = 0,088\tau f + 0,242f + 0,2\tau + 4,092. \quad (3)$$

Полученные результаты исследования показывают наличие корреляции между когезионной прочностью образцов и их составом, и, как следствие, органолептическими характеристиками, что было показано с помощью аппроксимационных зависимостей.

Список использованных источников:

1. Злобина И. В. Исследование мясных кулинарных изделий с добавлением муки нута / И. В. Злобина, Н. М. Птичкина // Технология и товароведение Инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 3(14). С. 30–36.
2. Злобина И. В. Обогащение мясных кулинарных изделий растительным белком [Электронный ресурс] / И. В. Злобина, Н. М. Птичкина // Научный электронный архив. <http://forum2009.rae.ru/26/337>
3. Пат. РФ № 103621 Устройство для измерения условной когезии / В. П. Ангелюк, И. В. Злобина. – Опубл. 20.04.2011.
4. Пат. РФ № 2469293 Способ сравнения условной когезии рубленых мясных кулинарных изделий / В. П. Ангелюк, И. В. Злобина, К. К. Дусмагулов. – Опубл. 10.12.2012.

Геодезія

К. т. н. Борисов А. А.

*Филиал Южного федерального университета в г. Геленджике,
Российская Федерация*

МЕТОД РАСЧЕТА ГЛУБИНЫ ДОННОГО МАЯКА-ОТВЕТЧИКА, НАХОДЯЩЕГОСЯ НА ГЛУБИНЕ НЕСКОЛЬКИХ КИЛОМЕТРОВ

Постановка задачи и приведение расчетных формул

В данной статье автор развивает и корректирует, с учетом новых разработок измерительной техники идеи, предложенные им в работе [1]. Главной целью статьи является разработка метода определения глубины НМ донного маяка-ответчика (ДМО), с учетом рефракции акустических лучей. Расчет проводится по данным, полученным в результате работы гидроакустической навигационной системы с длинной базой.

Величина НМ определяется относительно 0-го горизонта, расположенного на глубине судового приемопередатчика (ПП), линейные размеры которого малы

и обычно не превышают несколько десятков сантиметров (в большинстве случаев не более 30 см). При необходимости определения глубины ДМО относительно морской поверхности необходимо сделать корректировку на глубину ПП.

ПП обычно устанавливается на корпусе судна. Возможны и другие способы установки. При этом всегда должно быть обеспечено стабильное положение ПП относительно судна-сопровождения, а его глубина и горизонтальные координаты относительно судна должны быть известны. Как правило, под горизонтальными координатами судна понимаются плоские прямоугольные координаты местоположения приемника сигнала глобальной навигационной спутниковой системы GPS или ГЛОНАСС, установленного на судне. Ось абсцисс данной системы координат направлена на север, а ось ординат на восток. Значения горизонтальных координат судна вычисляются по известным формулам с использованием полученных данных о его широте и долготе, при этом учитывается номер шестиградусной зоны, в которой находится судно.

Предложенный метод расчета является методом постобработки по данным, полученным в результате многократного обмена сигналами между ПП и ДМО.

В расчетах используется модель водной среды с постоянным горизонтальным градиентом скорости звука равным 0, что позволяет из соображений симметрии хода лучей, вышедших под одинаковыми углами скольжения предварительно определить горизонтальные координаты ДМО статистическим методом, а, следовательно, и горизонтальное расстояние S между ПП и ДМО во время каждого обмена.

Время T прохождения сигнала от ПП до ДМО определяется с помощью судового блока обработки навигационной информации.

Таким образом, величины S и T для каждого обмена считаются известными, что и будет использовано в дальнейших вычислениях.

Время и горизонтальное расстояние, проходимое лучом от ПП до маяка определяются по формулам (1) и (2):

$$T = \int_0^{HM} \frac{dz}{c(z)\sqrt{1-q^2c(z)^2}}, \quad (1)$$

$$S = \int_0^{HM} \frac{c(z)qdz}{\sqrt{1-q^2c(z)^2}}, \quad (2)$$

где q – лучевой параметр, постоянный для конкретного луча, значение которого на нулевом горизонте (оно может быть вычислено на любом горизонте) определяется по формуле (3):

$$q = \frac{\cos \alpha_0}{c(0)}. \quad (3)$$

В формуле (3) $c(0)$ - скорость звука на нулевом горизонте, $\cos \alpha_0$ - соответствующий угол скольжения луча, изначально определенный приближенно.

Из рис. 1 видно, что приближенное значение начального угла скольжения определяется по формуле $\cos \alpha_0 = \frac{S}{T * c(0)}$. Неточность данного значения приводит к ошибке в определении величины лучевого параметра, входящего в расчетные формулы. В дальнейшем значение лучевого параметра будет скорректировано по известным значениям величин S и T итерационным методом.

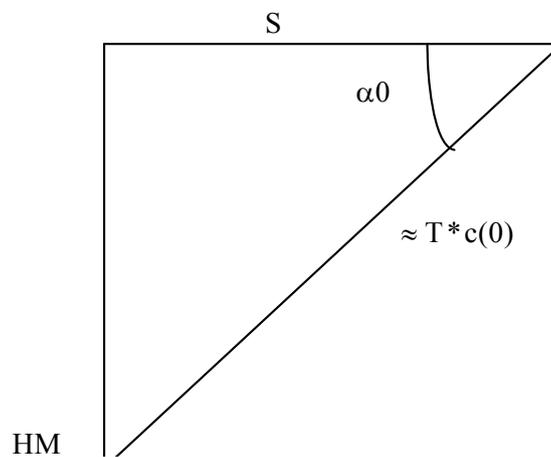


Рис. 1. Начальное определение угла скольжения луча

Расчет по формулам 1 и 2 требует знания формулы зависимости скорости звука от глубины.

Определение вертикального распределения скорости звука

Для определения вертикального распределения скорости звука (ВРСЗ) используются зонды, на которых установлена аппаратура для измерения скорости

звука, которая обеспечивает точность измерения с погрешностью менее $\pm 1 \frac{м}{с}$.

Для определения глубины зонда в нем также находятся измерительные преобразователи гидростатического давления и температуры. Механизм определения глубины зонда подробно описан в работе [2].

В том случае, если максимальная глубина погружения зонда Z меньше глубины ДМО, создается дополнительный горизонтальный глубинный слой с постоянным вертикальным градиентом скорости звука. Причем зонды с максимальной глубиной измерения ВРСЗ менее $1 \div 1.5$ км для данного метода определения глубины ДМО неприменимы, поскольку указанные глубины могут быть меньше минимальной глубины глубинного слоя.

Выбор такой модели водной среды связан с тем, что «на глубинах больше километра температура (и соленость) обычно мало изменяются с глубиной и возрастание скорости звука с глубиной обусловлено почти исключительно ростом гидростатического давления. Как следствие на больших глубинах скорость звука приблизительно линейно растет при увеличении глубины» [3].

При этом, во избежание ошибки, значение градиента лучше считать не по двум точкам, а по $5 \div 7$, используя метод наименьших квадратов.

Рассмотрим пример его реализации для 5 точек, 4 из которых находятся выше глубины Z на вертикальном расстоянии $5 \div 10$ метров друг от друга, а 5-я на глубине Z . Их глубины и измеренные скорости звука на них обозначим $z_1 \dots z_4, Z, c_1 \dots c_4, C$ соответственно. Для определенности $z_{i+1} > z_1, Z = z_5, C = c_5$. Далее составляется система двух линейных уравнений (4):

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^5 c_i z_i &= a \sum_{i=1}^5 z_i^2 + b \sum_{i=1}^5 z_i, \\ \sum_{i=1}^5 c_i &= a \sum_{i=1}^5 z_i + 5b, \end{aligned} \quad (4)$$

с помощью, которой и находятся значения постоянных величин a и b .

В результате получается функциональная зависимость (5):

$$c(z) = a + bz, \quad (5)$$

пользуясь, которой, можно определить вертикальный градиент скорости звука в глубинном слое, пользуясь вычисленными значениями скорости звука на лю-

бых двух горизонтах, лежащих в интервале $z_1 < z < Z$. Если обозначить глубины этих горизонтов z_m и z_p , а скорости звука на них, вычисленные по формуле (5) c_m и c_p , то формула определения градиента имеет вид:

$$g = \frac{c_m - c_p}{z_m - z_p}.$$

При проведении вычислений (особенно при большем количестве точек) рекомендуется пользоваться соответствующими функциями прикладных математических программ, например функцией `linfit` программы `Mathcad`.

Таким образом, мы получили следующую зависимость $c(z)$ для глубинного слоя:

$$c(z) = C + g(z - Z),$$

где $z > Z$.

В итоге мы определили весь непрерывный профиль скорости звука от поверхности до дна, что позволит в дальнейшем использовать численные методы при интегральном исчислении.

Теперь можно перейти к практическому расчету глубины ДМО.

Однократное определение глубины ДМО

По сути, данная задача сводится к достижению одновременного выполнения равенств (6) и (7):

$$T = \int_0^{HM} \frac{dz}{c(z)\sqrt{1 - q_{ist}^2 c(z)^2}}, \quad (6)$$

$$S = \int_0^{HM} \frac{c(z)qdz}{\sqrt{1 - q_{ist}^2 c(z)^2}}, \quad (7)$$

В данных равенствах HM является искомой глубиной маяка-ответчика. q_{ist} – скорректированное значение лучевого параметра, которое и позволяет добиться одновременного выполнения равенств (6) и (7).

Корректировка может происходить двумя способами: либо по известному значению S , либо по известному значению T . Рассмотрим первый способ.

Вначале, с помощью равенства (8):

$$S = \int_0^{H1} \frac{c(z)qdz}{\sqrt{1-q^2c(z)^2}} \quad (8)$$

определяется параметр глубины $H1$. Расчет данного значения проводится одним из численных методов.

Затем с помощью формулы (9) численным методом вычисляется величина $T1$:

$$T1 = \int_0^{H1} \frac{dz}{c(z)\sqrt{1-q^2c(z)^2}}. \quad (9)$$

После сравнения времен T и $T1$ проводится первоначальная корректировка значения лучевого параметра, после чего откорректированное значение подставляется в уравнение (8) и определяется новый параметр глубины $H2$, который затем подставляется в уравнение (9). Далее определяется величина $T2$, причем $|T - T2| < |T - T1|$. Дальнейший ход итерации аналогичен и продолжается до тех пор, пока величина, вычисленная по формуле (9) не совпадет с T (при этом возможна погрешность порядка $10^{-5} \dots 10^{-4}$ с). После этого процесс синхронизации формул (6) и (7) можно считать законченным, а глубину ДМО H_{DMO} определенной.

Расчет глубины ДМО по известному значению T происходит аналогично, путем постепенных изменений значений S .

Статистическая обработка результатов

Во время прохождения полигона маяков судно многократно обменивается с ними акустическими сигналами. Причем делает это одновременно с несколькими ДМО, каждый из которых отвечает на своей частоте. Поскольку глубина ДМО вычисляется по одному обмену, то в результате расчетов по многочисленным парам значений S и T , мы получим массив значений глубин, который можно подвергнуть статистической обработке.

Обозначим H_{Mi} – глубину маяка, вычисленную при i -м обмене сигналами между ДМО и судном, тогда среднее значение глубины H_{NM} и средняя квадратичная погрешность δ_{NM} рассчитываются по формулам (10) и (11):

$$HM = \frac{\sum_{i=1}^N HM_i}{N}, \quad (10)$$

$$\delta_{HM} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (HM_i - HM)^2}{N(N-1)}}, \quad (11)$$

где N – число обменов сигналами между судном и ДМО.

Затем исключаем те значения вычисленных глубин, которые лежат вне интервала $(HM - 3\delta_{HM}; HM + 3\delta_{HM})$, так как при их вычислениях велика вероятность грубой ошибки (критерий 3δ). После этого вновь по формулам (10) и (11) считаем величины HM и δ_{HM} , но с уменьшенным в результате отбора числом N .

Критерии точности определения глубины ДМО

В качестве критериев точности определения глубины ДМО можно привести три: один прямой и два косвенных.

Первый косвенный критерий, заключается в проверке массива полученных значений глубин HM критерием Пирсона на наличие нормального распределения.

Второй, гораздо менее точный косвенный критерий, заключается в соответствии между глубинами ДМО, полученными данным методом и приближенным методом, предложенным автором в работе [4]. Его суть заключается в том, что относительная погрешность глубины не должна превосходить 5–10% от вычисленного в данной работе результата.

И, наконец, основным прямым критерием проверки, является критерий триангуляции, суть которого заключается в непрерывности траектории движения подводного аппарата, при переходе определения его координат от одной тройки ДМО, определяемой его положение к другой. Отсутствие точек разрыва траектории движения при переходе от одной тройки ДМО к другой, с учетом, как горизонтальных, так и глубинных координат является основным фактором правильности проведения расчетов, хотя и не гарантирует от систематической ошибки, связанной с градуировкой измерительных приборов.

На этом процесс определения глубины ДМО можно считать законченным.

Список использованных источников:

1. Борисов А. А. Выбор глубоководной модели водной среды при вычислении глубины подводного объекта / А. А. Борисов // Доклады X-й школы-семинара акад. Л. М. Бреховских. – 2004. – С. 515–518.
2. Алгоритм определения погружения глубины зонда по измеренным значениям гидростатического давления, скорости звука и солености морской воды / [С. А. Васильев, В. Ю. Романов, И. И. Микушин, Е. С. Муравьева, Г. Н. Серавин] // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Экология-2004 – море и человек». – 2004. – С. 10–15.
3. Бреховских Л. М. Теоретические основы акустики океана / Л. М. Бреховских, Ю. П. Лысанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 264 с.
4. Борисов А. А. Метод расчета глубины подводного аппарата без учета параметров водной среды / А. А. Борисов // Известия ЮФУ. Тематический выпуск «Экология-2009 – море и человек». – 2009. – № 7. – С. 252–254.

Рязанов М. Н., к. т. н. Татаринович Б. А.

Белгородская государственная сельскохозяйственная академия имени

В. Я. Горина, Российская Федерация

АНАЛИЗ ГИС В АСПЕКТЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АГРОНОМИИ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

После анализа определенного объёма информации и литературы, а так же проведя контрольный замер среди аграриев (рис. 1), было выявлено следующее: вопрос о внедрении ГИС в аграрное производство на данный момент является важным и актуальным для большинства с/х производителей. Ожидаемый эффект от использования ГИС – информатизация и автоматизация профессиональной деятельности, создание рабочих участков с однородным почвенным составом, сокращение финансовых расходов на удобрения, ГСМ, посевной материал и т. д. Данная работа призвана помочь аграриям в выборе геоинформационной системы, которая бы наиболее оптимально подошла для решения конкретных задач земледелия и растениеводства.

Основные цели и задачи, определенные в исследовании – проведение анализа современного рынка ГИС в РФ, выявление наиболее оптимально подходящей системы для решения задач агрономии путем сравнения и предметного анализа, проведенного по определенной методике и в соответствии с выбранными критериями. Предполагалось определение перечня задач агрономии (земледелия и

растениеводства), которые возможно решить с помощью геоинформационных систем. Так же провести социологический опрос среди практикующих агрономов на предмет использования ими геоинформационных систем в своей профессиональной деятельности. Определить возможность и целесообразность применения той или иной ГИС в агрономии с технической, финансовой и практической точки зрения, составить рекомендации к пользованию. Геоинформационную систему, которая окажется наиболее оптимальной в результате исследования, применить на примере создания электронной карты полей с/х угодий (рис. 2).



Рис. 1

В результате анализа современного рынка ГИС в России, было выбрано четыре продукта программного обеспечения для дальнейшего сравнения с целью их использования в нуждах агрономии. Итог сравнения – выбор наиболее оптимальной с финансовой, технической и функциональной точки зрения ГИС. Таковой стала разработка русского конструкторского бюро «Панорама» «ГИС Карта Панорама 2011». Данное ПО стало настоящей «золотой серединой» в плане соотношения цены и качества. Набор специализированных функций и приложений «Панорама АГРО» и «Панорама ЗЕМЛЕДЕЛИЕ» позволяют выполнить множество операций, которые значительно упростят работу агронома, сделают её более автоматизированной. Цифровой паспорт поля, тематические

карты, мобильный мониторинг передвижения с/х техники, расчет норм высева и внесения удобрений и семян – лишь малая часть из спектра возможностей данной ГИС.

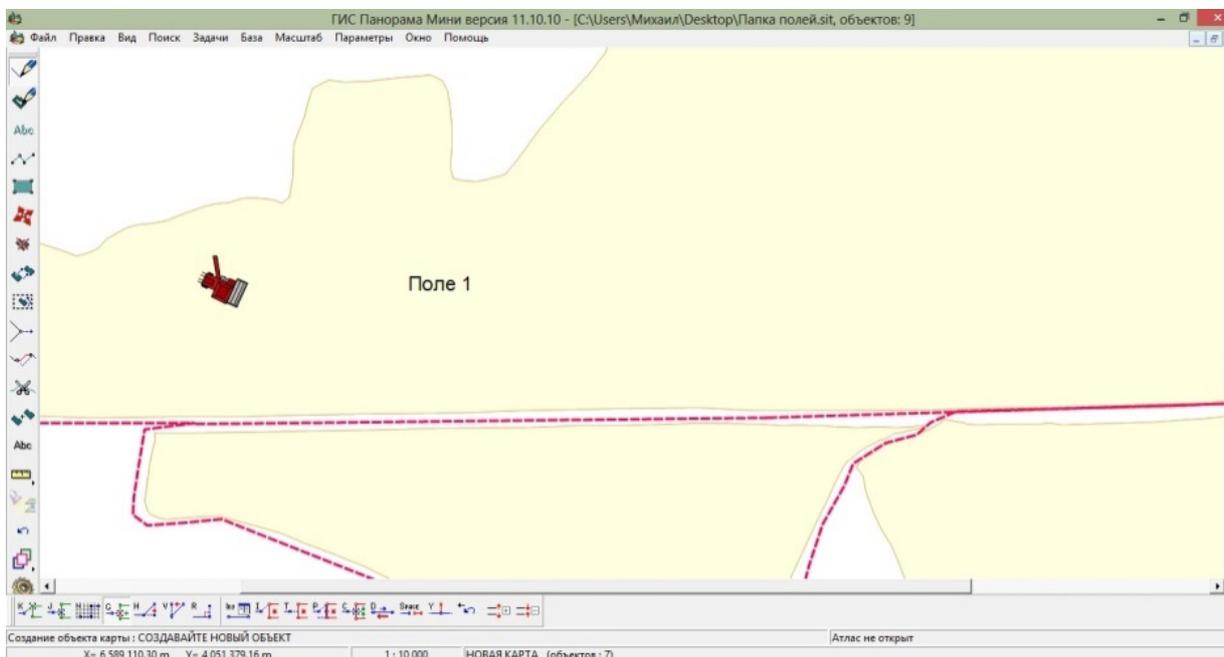


Рис. 2

Говоря о других ГИС, участвовавших в анализе, то необходимо отметить, что в каждом из них обнаружилось серьезные минусы, которые бы не позволили на должном уровне принести пользу агроному. У «**Quantum GIS**» таковым стал ограниченный функционал, которые сводит к минимуму перечень операций, которые могут быть полезны при возделывании с/х культур. «**MapInfo Professional**» хоть и широко распространен в нашей стране, и хорошо себя зарекомендовал во время использования в разных отраслях, для решения задач агрономии оказался малоэффективен в первую очередь из за отсутствия в базовой версии (или же доступных по приемлемой цене) специализированных приложения для земледелия и растениеводства. «**ArcGIS**» – многофункциональная программа с широким перечнем возможностей оказалась слишком дорогой как в плане стоимости самого ПО, так и обучения пользования ею.

В результате применения «ГИС Карата Панорама 2011», были успешно реализованы поставленные задачи, выявлена экономическая эффективность ис-

пользования геоинформационных технологий. Составленная электронная карта с/х угодий, базы данных значительно автоматизируют производство и повышают уровень так необходимой информатизации. К примеру, затраты на семена озимой пшеницы могут сокращаться более чем на 300 тысяч рублей с 1000 га, а затраты на дизельное топливо сокращаются более чем на 25%. Таким образом, в результате исследования был сделан вывод о том, что использование ГИС в аграрном производстве положительно влияет как и на протекание рабочего процесса, так и экономически оказывается весьма эффективным.

Условия современного с/х производства, находясь под давлением жесткой рыночной конкуренции, диктуют производителям необходимость максимально возможной информатизации и автоматизации своей деятельности. Именно совместная работа землеустроителей, как специалистов в области геоинформационных систем, а агрономов как специалистов в растениеводстве, позволяет получать необходимые данные для наиболее эффективной в экономическом плане работы. Только благодаря этим явлениям можно точно рассчитать экономический эффект от возделывания тех или иных культур, контролировать процесс возделывания растений, передвижения техники и т.д. Безусловно, самым важным в процессе возделывания с/х культур остается человек, благодаря знаниям и умениям которого достигаются высокие результаты. Но знания и умения агронома, помноженные на возможности геоинформационных систем – настоящий ключ успеха в современном видении процесса возделывания с/х культур.

Список использованных источников:

1. Трубников А. В. Компьютерные программы для растениеводства / А. В. Трубников, Д. В. Востриков // Агронаб Черноземья. – 2010. – № 1. – С. 6.
2. Журкин И. Г. Геоинформационные системы / И. Г. Журкин, С. В. Шайтура. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.
3. Парахин С. В. Разработка информационной системы управления аграрным производством на основе ГИС «Карта 2005» / С. В. Парахин // Геопрофи. – 2007. – № 3. – С. 49–51.
4. Демиденко А. Г. Построение агрономической ГИС / А. Г. Демиденко, А. В. Трубников, И. В. Слива // ГЕОМАТИКА. – 2009. – № 2. – С. 59–62.
5. Демиденко Р. А. Построение систем учёта земель сельскохозяйственного назначения / Р. А. Демиденко, В. А. Железняков // Инженерные изыскания. – 2009. – № 11. – С. 40–43.

К. т. н. Гринюк Т. Ю.

ПВНЗ «Міжнародний економіко-гуманітарний університет

імені академіка С. Дем'янчука», м. Рівне, Україна

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ:

ОЗДОРОВЧА ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА

Проблема збереження життєдіяльності людини має глобальний характер, тому кожна людина повинна зробити свій внесок у її вирішення як заради сьогоденного суспільства, так й для добробуту прийдешніх поколінь.

Здоров'я людини ґрунтується на основі генетичних факторів, способу життя, свідомого ставлення людини до себе.

Здоров'я людини – стан повного соціального, біологічного і соціологічного комфорту, коли функції усіх органів і систем організму зрівноважені з природним і соціальним середовищем, відсутні будь-які захворювання, хворобливі стани та фізичні дефекти.

Критерій здоров'я визначається комплексом показників, а саме у розумному ставленні до свого здоров'я, фізичній та психічній культурі, загартовуванні організму, вмілій організації праці та відпочинку.

Але суттєві зміни побутових та соціально-культурних умов життя населення, передусім значним зменшенням його фізичної активності призвели до поширення епідемії неінфекційних захворювань (зокрема серцево-судинних) людини, тому одним із шляхів підвищення життєдіяльності людини є оздоровча фізична культура.

Необхідність розроблення та передбачувані наслідки реалізації цільової комплексної програми «Фізичне виховання – здоров'я нації». У сучасних умовах в Україні склалася критична ситуація із станом здоров'я населення. Різко зросла захворюваність, у тому числі на гіпертонію – у три рази, стенокардію –

у 2,4 рази, інфаркт міокарду – на 30 відсотків. Несприятливі природні умови стали причиною зростання кількості хворих дітей.

Майже 90% дітей, учнів і студентів мають відхилення у здоров'ї, понад 50% – незадовільну фізичну підготовку, близько 70% дорослого населення – низький та нижчий, ніж середній, рівні фізичного здоров'я, у тому числі у віці 16–19 років – 61%; 20–29 років – 67,2%; 30–39 років – 66%; 40–49 років – 61,5%; 50–59 років – 81%; 60 років і старші – 98,1% [1].

За результатами тестування фізичної підготовленості населення України, що проводилося останніми роками, не впоралися або впоралися незадовільно із тестами в таких закладах освіти: вихованці дошкільних закладів освіти – 11%, учні середніх загальноосвітніх закладів – 11%, учні професійно-технічних навчальних закладів – 18%, студенти вищих навчальних закладів I–II рівнів акредитації – 16,4%, студенти вищих навчальних закладів III–IV рівнів акредитації – 21,5%. За станом здоров'я до спеціальних медичних груп належать особи, що навчаються в таких закладах освіти: учні середніх загальноосвітніх закладів – 13,3%, учні професійно-технічних закладів – 16,1%, студенти вищих навчальних закладів I–IV рівнів акредитації – 38,3%. Кількість учнів, які відвідують заняття в спеціальних медичних групах, складає близько 50%. У професійно-технічних, загальноосвітніх закладах заняття спеціальних медичних груп відвідує близько 48,5% учнів, у вищих навчальних закладах – близько 85% студентів [2]. На підставі зазначеного вище можна стверджувати, що фізична підготовленість і стан здоров'я учнівської та студентської молоді мають з віком і впродовж навчання тенденцію до зниження.

За даними державної статистики, 13% наших співгромадян займаються фізичною культурою та спортом. Це в чотири рази менше, ніж у Фінляндії, утричі – ніж у Канаді та вдвічі порівняно з Німеччиною, Японією, США і Францією.

Лише кожна десята дитина у віці 6-8 років займається в системі дитячо-юнацького спорту, що вдвічі менше, ніж потрібно для успішного пошуку та виховання резерву національних збірних команд України.

Значна кількість дітей (близько 80%) має відхилення у фізичному розвитку та стані здоров'я. Так, за результатами обстеження, яке було проведене у понад

80% школярів м. Рівного у вересні місяці 2011 року, усіх учнів можна поділити на чотири групи за станом здоров'я. Основна група здоров'я (діти в повному обсязі виконують програму з фізичної культури та спорту) – 63,8%; підготовча група, в якій перебувають ті, хто має ускладнення здоров'я, – 21,5%; спеціальна група (значне відхилення здоров'я) – 13,2%; повністю звільнені від занять з фізкультури, тобто дуже хворі, – 1,5%. Торік звільнених від занять фізкультурою було 2%, але не можна сказати, що рівень здоров'я зріс. За результатами обстежень реального стану здоров'я дітей можна сказати, що 10–15% дітей потребує детальнішого обстеження і лікування. Найбільше проблем пов'язано із патологіями серцево-судинної системи, щитоподібної залози та хребта [3].

У молодого покоління різко прогресують хронічні хвороби серця, неврози, артрити, сколіози, ожиріння тощо. Причиною цього є зростаюча популярність у дитячому та молодіжному середовищі привабливих видів нефізичної діяльності (комп'ютерні ігри тощо).

Основним критерієм фізичного здоров'я варто вважати енергопотенціал біосистеми, оскільки життєдіяльність будь-якого живого організму залежить від акумуляції і мобілізації енергії для забезпечення фізичних функцій. Отже, стан фізичного розвитку людини характеризується його антропометричними даними.

Знання антропометричних характеристик людини необхідно враховувати при вирішенні багатьох питань життєдіяльності. З врахуванням антропометричних характеристик здійснюється життя і діяльність людини в навколишньому середовищі.

Організація умов предметної діяльності людини, без врахування антропометричних показників, ускладнюють роботу, підвищують напруженість усього організму, викликають швидку втому, що призводить до зниження працездатності та проблем безпеки.

Дослідження показують, що під впливом фізичних тренувань суттєво покращуються функції основних органів і систем людини. Добре тренована людина на протязі восьми годин може витримувати навантаження в межах 50%, а

нетренована – лише 25% максимальної аеробної здатності. Аеробна здатність організму, а тому й витримування фізичних навантажень, залежить від стану систем транспортування кисню.

Основною метою фізичних тренувань є поліпшення стану серцево-судинної, дихальної, м'язової, а також інших систем організму шляхом максимальної активізації їх функціональних резервів.

Для того, щоб досягти фізичного стану, навантаження під час тренування повинні бути досить інтенсивними і тривалими. Важливим фактором високої ефективності і безпеки фізичних тренувань є поступове збільшення навантаження і суворий лікарський контроль.

Спостереження вчених показують, що здоров'я людини на 45%–50% визначається способом життя, на 20% – впливом навколишнього середовища, на 20% – спадковістю, на 8-10% – охороною здоров'я, харчуванням тощо.

Фізичні вправи діють як природний фактор, який знищує надлишки гормонів і допомагає організму вернутися до стану гармонії.

В окремо взятій фізичній вправі або комплексі фізичних вправ виділяють зовнішній і внутрішній аспекти. Зовнішній аспект фізичної вправи – це ритмічні характеристики руху: час, амплітуда, швидкість, зовнішні зусилля, прискорення, положення тіла в просторі тощо.

Внутрішній аспект техніки виконання фізичної вправи є комплекс специфічних сприймань, а саме сприймання часу, простору, швидкості, дистанції супротивника тощо.

Але усі фізичні вправи необхідно проводити регулярно, оскільки детренованість виникає вже за два тижні після припинення занять. Порівняльні дослідження ефекту тренувань у різному віці (16–18, 20–40, 50–60 років), показали, що в результаті чотирьохтижневих занять у всіх вікових групах значно поліпились показники фізичної працездатності.

Висновок. Оздоровча фізична культура є важливим фактором збільшення фізичних можливостей і продовження життя людини, так як людина, як і будь-який живий організм, активно взаємодіє зі всіма компонентами середовища, в

якому перебуває і як твердив старогрецький філософ Протагор: «Людина є виміром усіх речей».

Список використаних джерел:

1. Цільова комплексна програма «Фізичне виховання – здоров'я нації». Наказ Президента України від 01.09.1998р. № 963/98.
2. Пістун А. І. Охорона праці в галузі освіти (фізична культура і спорт): навч. посіб. / А. І. Пістун, І. П. Пістун, Н. П. Тубальцева. – Суми: Університетська книга, 2009. – С.7–8.
3. Засоби масової інформації. «Рівне вечірне». – 2011. – № 72(1851). – 06 жовт.
4. Куроченко І. О. Фізична культура і спорт: Інформаційно-методичний довідник з питань фізичної культури і спорту. – К., 2004. – 1184 с.
5. Васильчук М. В. Збірник нормативних документів з безпеки життєдіяльності / М. В. Васильчук, М. К. Медвідь, Л. С. Сачков. – К.: Фенікс, 2000. – 896 с.
6. Москальова В. М. Безпека життєдіяльності. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення / В. М. Москальова. – Рівне: НУВГП, 2009. – 270 с.
7. Лапін В. М. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. / В. М. Лапін. – 6-те вид., перероб. і доп. – К.: Знання, 2007. – 335 с.
8. Міщенко І. М. Забезпечення життєдіяльності людини в навколишньому середовищі / І. М. Міщенко. – Кіровоград, 1998. – 261 с.
9. Петрик О. І. Основи здорового способу життя / О. І. Петрик. – Львів, 1995. – 284 с.
10. Яременко З. М. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. / З. М. Яременко. – К., 2005. – 354 с.
11. Ярошевська В. М. Безпека життєдіяльності: підручник / В. М. Ярошевська. – Рівне: НУВГП, 2003. – 403 с.
12. Пушкар М. П. Основи гігієни / М. П. Пушкар. – К.: Олімпійська література, 1998. – 165 с.
13. Про фізичну культуру і спорт. Закон України від 24.12.1993 року № 3808–ХІІ.

Коваленко Н. П.

г. Рубежное, Луганская область, Украина

О КОНФИГУРАЦИИ И СТРУКТУРЕ ЯДЕР АТОМОВ

Согласно современной теории и «Периодической системы элементов Д. И. Менделеева» (далее – ПСЭМ) ядро всякого химического элемента состоит из протонов, нейтронов (нуклонов) и других частиц, которые прочно удерживаются в ядре. Количество нуклонов в ядрах химических элементов определяют структуру ядра и его размер, а в конечном итоге – химическую активность данного элемента. Важным в конфигурации и структуре ядер являются «шаровидность» и заполняемость нуклонами «формы» ядра. Эти факторы структуры

ядер, скорее всего, определяют химическую активность химических элементов. Предлагаемое влияние названных факторов рассматривается путем анализа представленных конфигураций ядер (рис. 1). Пока количество нуклонов невелико, их конфигурация при формировании ядра такова, что не может образовывать «шарообразную» форму. В этом случае понятие «радиус ядра» для химических элементов ПСЭМ из 2–7 нуклонов имеет условное значение, потому что 2–7 нуклонов могут образовать некий конгломерат «нешаровидной» формы. К таким химическим элементам с «нешаровидным» ядром относятся D(дейтерий), T (третий), He, ..., Li, ..., Ne, ..., Mg со своими изотопами. «Шаровидность» ядер химических элементов оценим количеством нуклонов в ядре по формуле как количество нуклонов, уместяющихся в объеме ядра:

$$K = V_{\text{я}} / v_{\text{н}} = R_{\text{я}}^3 / r_{\text{н}}^3 = b_{\text{я}}^3 \text{ когда } R_{\text{я}} = b_{\text{я}} r_{\text{н}},$$

где $V_{\text{я}}$, $R_{\text{я}}$, $b_{\text{я}}$ – соответственно, объем, радиус и коэффициент «шаровидности» ядра, $v_{\text{н}}$, $r_{\text{н}}$ – объем и радиус нуклона.

Когда вокруг единственного нуклона водорода «приформировываются» следующие нуклоны, составляющие ядра химических элементов ПСЭМ (рис. 1), тогда при некотором количестве нуклонов происходит «заполнение» слоя, (рис. 1а–г) до шаровидной формы, где центральным нуклоном может быть нуклон ядра водорода H (что не обязательно!). Аналогичное «приформовывание» второго слоя нуклонов обеспечивается, когда коэффициент $b_{\text{я}} = 3$, а количество нуклонов в ядре равно $K=27$. С таким количеством нуклонов в ПСЭМ будет химический элемент Al.

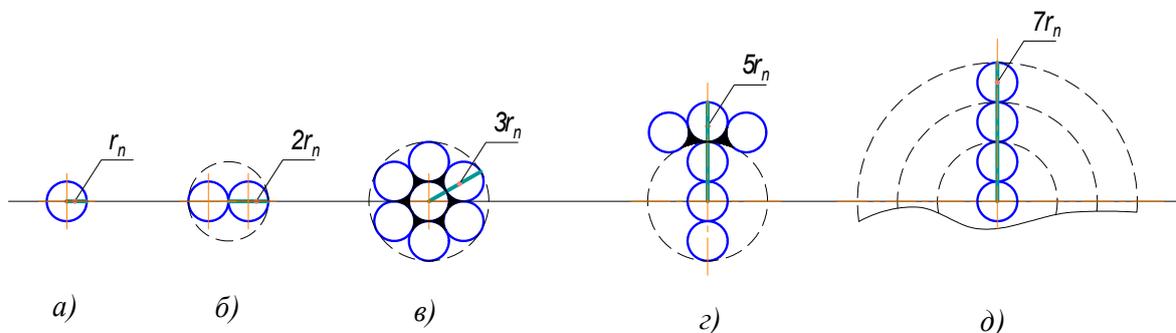


Рис. 1. К размеру радиусов ядер химических элементов:

а) ядро водорода из одного нуклона; б) ядра с четным количеством радиусов нуклона; в)–д) ядра с заполненным вторым – третьим слоем нуклонов, ${}^2R=3r_{\text{н}}$, ${}^3R=5r_{\text{н}}$, ${}^4R=7r_{\text{н}}$

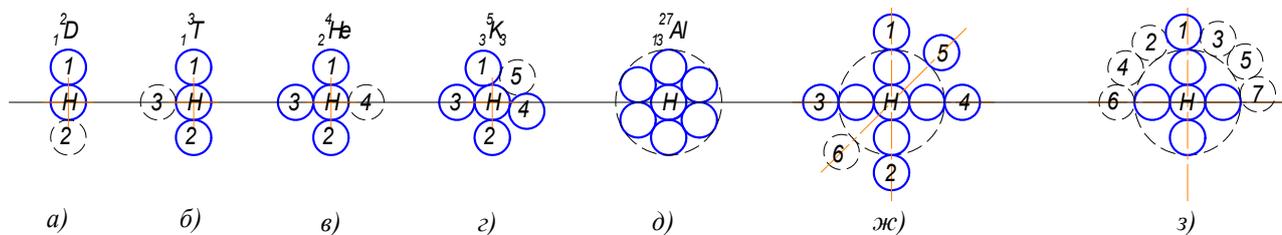


Рис. 2. Возможные формы «нешаровидной» структуры ядер химических элементов.

1, 2, ..., 6 – последовательность «наращивания» нуклонов в ядре:

а) – возможная форма ядра дейтерия; б) – возможная форма ядра трития; в) – возможная форма ядра гелия; г) – возможная форма пятинуклонного ядра с центральным нуклоном Н; д) – возможная форма ядра алюминия, заполнен нуклонами второй слой ядра; ж)–з) – возможные последовательности заполнения третьего слоя в ядре

**Таблица 1. Формат «Периодической системы элементов Природы»
Рабочая версия 3**

периоды	1	2	...	7	12	...	25	26									
1								${}^1_1\text{H}$									
2	2	3	...	8	13	...	26	${}^{27}_{13}\text{Al}$									
3	28	29	...	64	76	...	124	125									
4	126	127	...	${}^{139}_{57}\text{La}$...	216	...	${}^{227}_{89}\text{Ac}$...	234	...	${}^{261}_{104}\text{Rf}$...	320	...	342	343



139 – 175 – лантаноиды, 227 – 260 – актиноиды, 261 – 320 – короткоживущие, резерфордии, 321 – 342 – долгоживущие.

1, 27, 125, 343 – химические элементы с круглыми формами ядер,

273/110 – дармштатий, Ds, 274/111 – рентгений, Rg: сравнительно недавно открытые короткоживущие химические элементы.

В «идеальном» случае без учета объема незаполненных промежутков между нуклонами для третьего и четвертого слоев нуклонов в ядре коэффициент будет равен 5 и 7, а количество нуклонов в ядрах будет, соответственно, 125 и 343. Следовательно, шаровидная форма в объеме ядра будет при количестве нуклонов, равным, соответственно 1, 27, 125 и 343. Эти цифры могут быть уточнены при

учете незаполненных промежутков между нуклонами в ядре (рис. 1), но их уменьшение будет несущественным.

При увеличении коэффициента $b_{\text{я}}$ от нечетного значения до следующего нечетного значения ядро снова принимает «нешаровидную» форму, когда эквивалентный «формальный радиус» ядра изменяется в долях радиуса нуклона $r_{\text{н}}$, пока коэффициент не достигнет четных значений 2, 4, 6, которые согласно формулы (1) дают значения количества нуклонов в ядре: 8, 64 и 216. Такие количества нуклонов в ядре соответствуют химическим элементам: $8/8 \text{K}_5$ (между химическими элементами $7/7\text{Li}$ и $9/9\text{Be}$), $64/64\text{Cu}$ и $216/216\text{K}_{131}$ (между $210/210\text{At}$ и $222/222\text{Rn}$).

Анализируя увеличение количества нуклонов, можно «видеть характер» наращивания нуклонов между двумя слоями упаковки нуклонов, которые обеспечивают шаровидность формы ядер химических элементов (рис. 1). Предполагаемые разновидности «наращивания» формы ядер от одной шаровидности у ядра $1/1 \text{H}$ водорода до полного заполнения второго слоя у $27/27 \text{Al}$ в ПСЭМ должны составлять длину периода. При этом «длины» других периодов состоят, соответственно, из 27, 125 и 343 химических элементов. Внутри этих периодов при четных значениях коэффициента «нешаровидности» (когда ядро имеет «нешаровидную» форму), количество нуклонов изменяется в ядре до 8, 64 и 216. Какую роль при этом играют эти цифры пока не совсем ясно, потому что «половинами» периодов должны были быть значения 13, 76 и 234, которые представляют химические элементы $13/13 \text{K}_7$ (между $12/12 \text{C}$ и $14/14 \text{N}$), $76/76 \text{K}_{45}$ (между $75/75 \text{As}$ и $77/77 \text{K}_{46}$) и $234/234 \text{K}_{143}$ (между $231/231\text{Pa}$ и $235/235\text{K}_{144}$), и каково их «взаимодействие» с изученными (или давно известными) элементами – на данное время не понятно. Можно показать графически приформировывание к единственному нуклону водорода $1/1 \text{H}$ следующих нуклонов, при этом образуются «странные» формы ядер, которые условно назовем: двухнуклонное «однорогое» ядро (дейтерий, рис. 1а), трехнуклонное «двурогое» ядро (третий, рис. 1б), четырехнуклонное «трехрговое» ядро ($4/2\text{He}$, гелий, рис. 1б–1в), пятинуклонное четырехрговое ядро $5/3 \text{K}_3$ и так далее до заполнения всего слоя

нуклонов. При этом «странные» формы ядер образуют различные нуклонные конструкции, включая «пирамидальную» форму ядра (три нуклона снизу и один сверху), крестообразную форму ядра с $r_{\text{я}}=1753,8$ пм. При этом «радиус» ядра изменяется от $r_{\text{я}}^1=r_{\text{н}}=876,9$ пм. до $r_{\text{з\text{я}}}=3r_{\text{н}}=2630,7$ пм. (табл. 1).

Електроніка

Самченко Р. П., д. т. н. Стадник Б. І.

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ СТУПІНЧАСТОЇ ЗМІНИ РЕЗОНАНСНОЇ ЧАСТОТИ КОЛИВНОГО КОНТУРУ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛОГОВИХ КЛЮЧІВ НА МДН-ТРАНЗИСТОРАХ

В останні роки по всьому світу, зокрема і в Україні, широко досліджуються композити гідрогелів з наночастинками магнетних матеріалів. Вони застосовуються для лікування онкологічних захворювань з використанням методу магнетної гіпертермії, яка відома своєю дієвістю та нетоксичністю, у порівнянні з іншими методами, такими як хіміотерапія та променева терапія. *Метод магнетної гіпертермії* полягає нагріві за допомогою наночастинок магнетних матеріалів уражених онкологічним захворюванням тканин. *Наночастинки магнетних матеріалів* (НММ) можна нагрівати за допомогою зовнішнього змінного магнетного поля до необхідної температури. Нагрів відбувається внаслідок втрат потужності на гістерезис та релаксацію.

Для запобігання при такому лікуванні перегріву тканин вище $43\text{ }^{\circ}\text{C}$, що може спричинити токсичний для організму розпад ракових клітин – некроз, необхідно проводити лабораторні випробування даних матеріалів перед їх клінічним застосуванням. З цією метою створюються спеціальні дослідні устами, які дають можливість здійснювати нагрів наночастинок магнетних матеріалів та вимірю-

вати їх параметри, зокрема потужності магнетного поля на нагрів дослідного зразку.

Вчені, що експериментально вивчають властивості даних матеріалів, зазвичай збирають свої дослідні устави з окремих модулів. Типовими складовими частинами такої конструкції є індукційний нагрівник, дослідний зразок в теплоізоляції та термометр [1]. Дослідний зразок знаходиться в центрі соленоїда, всередині якого, при протіканні струму, створюється магнетне поле. Основними частинами індукційного нагрівника є конденсаторна батарея разом з соленоїдом, що складають резонансний контур, коливання у якому збуджує інвертор.

Метою даної роботи є стислий опис реалізації методу ступінчастої зміни частоти такого резонансного контуру з використанням аналогових ключів на МДН-транзисторах, що може бути застосованим для експериментального визначення залежностей втрат на нагрів наночастинок магнетних матеріалів від частоти.

Коливний контур в даній експериментальній уставі доцільно реалізувати як реактивний триелементний двополюсник, що складається з паралельно з'єднаних індуктивності L_0 та ємності C (в даному випадку – еквівалентної ємності батареї конденсаторів), що послідовно підключені до ще однієї індуктивності $L_{\text{доо}} = L_1 + L_2$ (рис. 1).

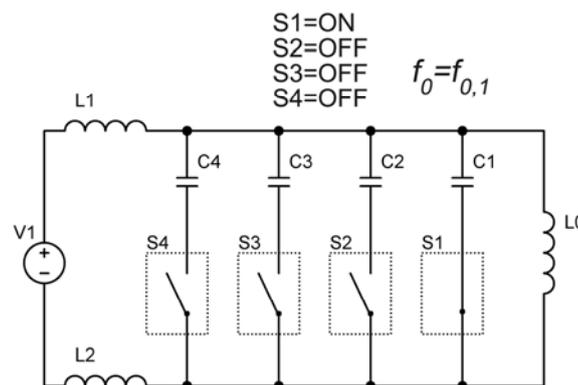


Рис. 1. Реактивний триелементний двополюсник: паралельне з'єднання ємності та індуктивності, що послідовно приєднані до другої індуктивності

При такій організації контуру резонанс настає на коловій частоті ω_0 , яка виражається формулою [2, с. 199]:

$$\omega_0^2 = \frac{1}{(L_1 + L_2)C} + \frac{1}{L_0 C}. \quad (1)$$

Будова комутуючих ключів. В даній системі комутація конденсаторів можна здійснювати за допомогою аналогових ключів за схемою, представленою на рис. 2. Як ключ, обрано зустрічне з'єднання двох n-канальних МДН-транзисторів з ізольованим затвором (англ. *MOSFET*) «джерело-до-джерела», яке дозволяє здійснити комутацію змінних напруг. Ключ на одному МДН-транзисторі може комутувати напругу лише однієї полярності. У включенні «джерело-до-джерела» внутрішні діоди МДН-транзисторів блокують один одного від провідності у зворотному напрямку і канали таких транзисторів можуть працювати як двонаправлений ключ, зокрема комутувати і змінні напруги (рис. 2, а) [3]. Керування здійснюється за допомогою мікросхеми фотоелектричного ізолятора (ФЕІ, англ. *photovoltaic isolator (PVI)*), напр. VOM1271 або PVI1050.

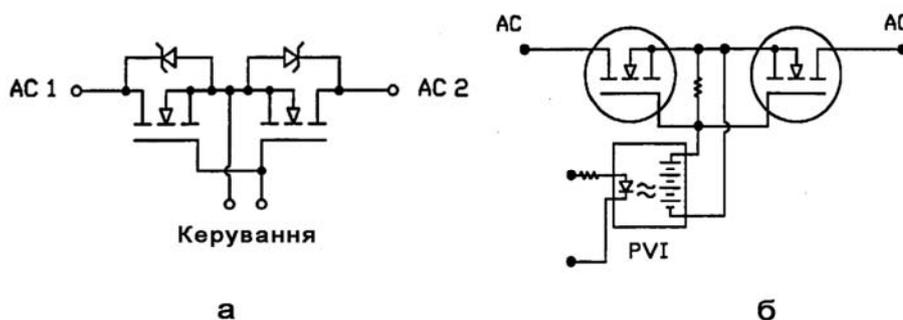


Рис. 2:

а) з'єднання МДН-транзисторів «джерело-до-джерела»; б) схема керування МДН-транзистором за допомогою фотоелектричного ізолятора [3]

Критерії до вибору таких МДН-транзисторів є доволі суворими: вони повинні мати водночас високу напругу пробою між джерелом та стоком U_{BRDS} (для стійкості ключа до високої напруги, яка спадає на ньому в закритому стані при протіканні високого струму по навою), високий допустимий струм каналу I_{DS} та малий опір каналу у відкритому стані $R_{DS(on)}$ (для якомога слабшого впливу активного опору ключа на добротність коливного контуру).

При дотриманні таких критеріїв, можна добитись протікання доволі високих струмів в контурі без високих втрат потужності на ключах.

Подальші дослідження будуть спрямовані на реалізацію алгоритмів мікропроцесорного керування аналоговими ключами для досягнення якомога більшої кількості частот при тій самій кількості гілок з ємностями, а також методу мікропроцесорного контролю амплітуди струму в контурі.

Список використаних джерел:

1. Зернов Н. В. Теория радиотехнических цепей / Н. В. Зернов, В. Г. Карпов. – М., Л.: Энергия, 1965. – 892 с.
2. Самченко Р. П. Теплочутливі композити з ферромагнітними наночастинками для медичних цілей (Огляд устав для дослідження теплових характеристик нанокompозитів) / Р. П. Самченко // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2011. – № 72. – С. 142–147.
3. Dapkus D. A. Using MOS-Gated Power Transistor in AC Switch Applications [Електронний ресурс] / D. A. Dapkus // International Rectifier Design Tips. – 1994. – Режим доступу: <http://www.irf.com/technical-info/designntp/dt94-5.pdf>

К. т. н. Ядрова М. В., д. т. н. Костенко В. Л.,

к. т. н. Николенко А. А., Балабан М. А.

Одесский национальный политехнический университет, Украина

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА

Большое значение для улучшения характеристик медицинских приборов имеет возможность их исследования путем компьютерного моделирования.

Пульсометр позволяет определить такие свойства артериального пульса как частота, ритмичность, наполнение пульса, напряжение и высота пульса, отобразить информацию в реальном масштабе времени на экране дисплея, а также передать информацию для последующей обработки данных.

Структурная схема устройства измерения артериального пульса приведена на рис. 1.

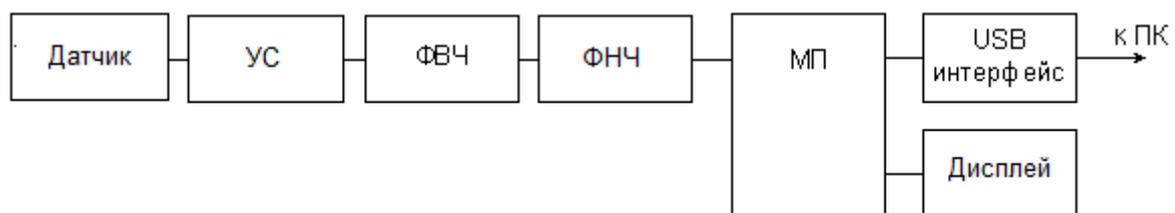


Рис. 1. Структурная схема устройства измерения артериального пульса

Качество результатов медицинских исследований во многом определяется свойствами измерительного канала пульсометра, который состоит из интегрального датчика, усилителя, фильтров и блока оцифровки полученных данных.

Датчик воспринимает удары пульса и преобразует их в импульсы напряжения, которые усиливаются усилителем (УС) и пропускаются через фильтры верхних частот (ФВЧ) и фильтры нижних частот (ФНЧ) с целью исключения шумов и внешних помех. Полученный сигнал подается в микропроцессор (МП) со встроенным аналого-цифровым преобразователем, где обрабатывается и передается в компьютер (ПК) через USB интерфейс. Результаты измерений отражаются также на дисплее пульсометра.

Целью работы является моделирование измерительного канала пульсометра с целью исследования процессов, происходящих в данном устройстве, оптимизации параметров и улучшения его характеристик.

На рис. 2 представлена исследованная нами в программной среде PSPICE модель пьезорезистивного датчика давления, подключенного ко входу инструментального усилителя.

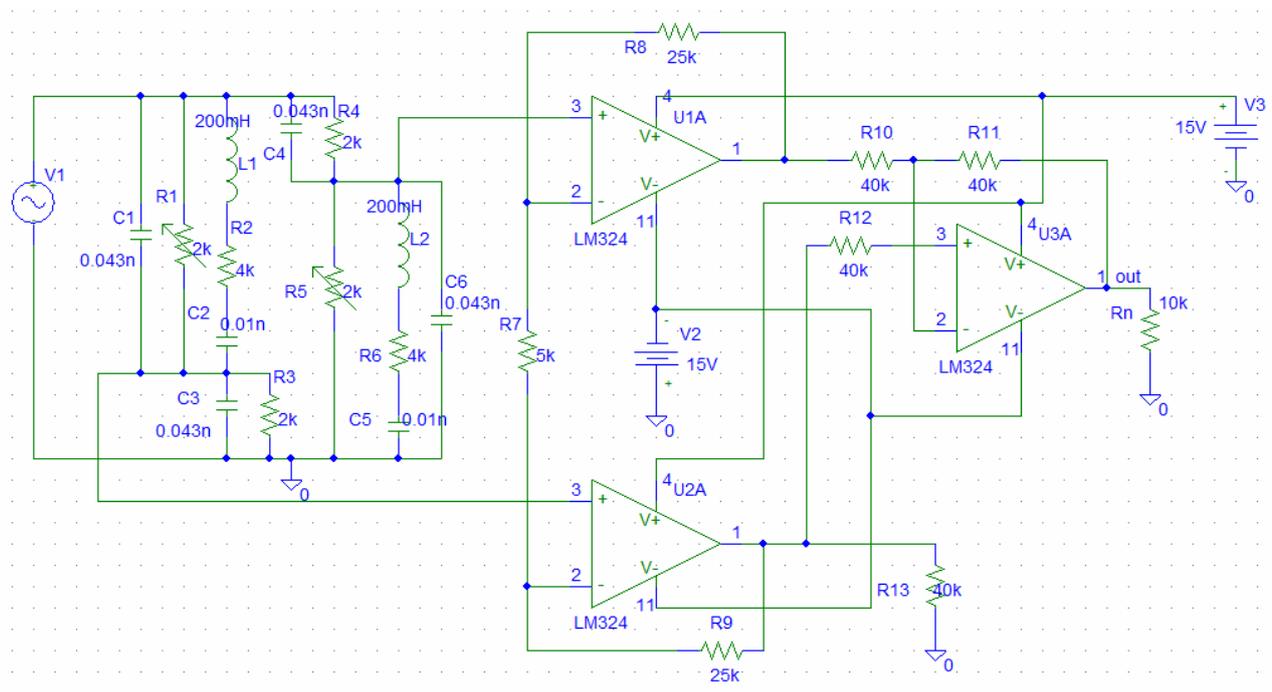


Рис. 2. Модель пьезорезистивного датчика давления с усилителем

Датчик имеет тонкую кремниевую мембрану, герметично закрывающую расположенную под ней полость, и четыре сформированных на ее поверхности пьезорезистивных элемента. Любое отклонение внешнего давления от давления внутри полости вызывает деформацию мембраны и изменение сопротивления

этих элементов. Пьезорезистивные элементы соединены по схеме моста Уитстона, к одной диагонали которого подключено напряжение возбуждения, с другой диагонали снимается сигнал, пропорциональный изменению давления.

Модель одного пьезорезистора (рис. 2) представляет собой [1] параллельно соединенные резистор R_1 , конденсатор C_1 и цепочку последовательно соединенных элементов R_2, C_2, L_1 , отражающих динамические свойства пьезоэлемента.

Резисторы R_1 и R_5 регистрируют увеличение давления, что и отражено в модели, а R_3 и R_4 – уменьшение давления. Усилитель обеспечивает необходимый коэффициент усиления и преобразует симметричный (дифференциальный) выход датчика в несимметричный.

Получена и исследована амплитудно-частотная характеристика модели пьезорезистивного датчика давления с усилителем (рис. 3).

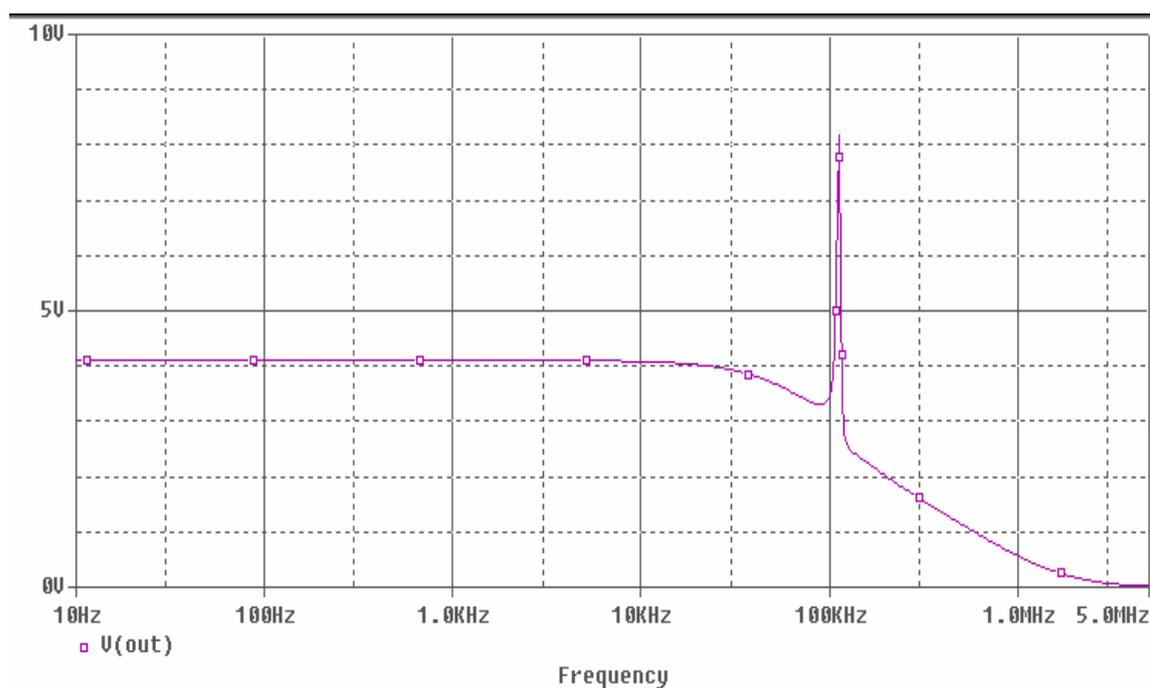


Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика модели пьезорезистивного датчика давления с усилителем

Резонансные свойства пьезорезисторов, использованных в данной схеме, проявляются на частоте 110 кГц, уровень выходного напряжения – 4 В достаточен для дальнейших преобразований.

Рабочая полоса частот измерителя пульса находится в диапазоне 0,1–10Гц, что обеспечивается фильтрами низкой (ФНЧ) и высокой (ФВЧ) частот.

Разработаны и исследованы модели фильтров низкой и высокой частот [2], входящих в измерительный канал пульсометра. Моделирование фильтров позволяет легко определить параметры элементов, определяющих частоту среза фильтров. Результаты компьютерного моделирования измерительного канала пульсометра представлены на рисунке 4, на котором отображены верхняя граница рабочей полосы частот пульсометра, определяемая параметрами ФНЧ и нижняя граница рабочей полосы частот, определяемая параметрами ФВЧ.

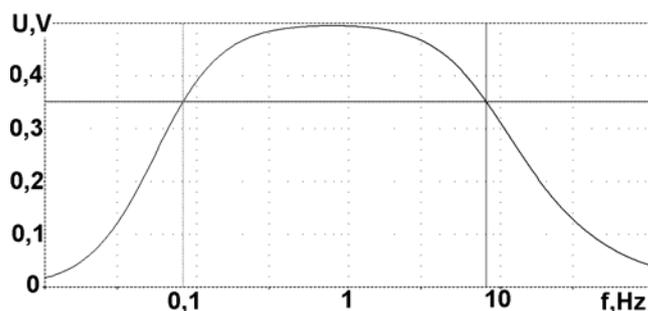


Рис. 4. Амплитудно-частотная характеристика измерительного канала пульсометра

Проведено компьютерное моделирование пьезорезистивного датчика давления с усилителем и других узлов измерительного канала устройства измерения артериального пульса в программной среде PSPICE с целью улучшения характеристик предложенного устройства. По результатам моделирования осуществлен выбор параметров датчика, усилителя и фильтров, обеспечивающих необходимые характеристики устройства.

Список использованных источников:

1. Джагунов Р. Г. Пьезокерамические элементы в приборостроении и автоматике / Р. Г. Джагунов, А. А. Ерофеев. – Л.: Машиностроение, 1986. – 252 с.
2. Костенко В. Л. Моделирование измерительного канала компьютерного фотоплетизмографа / В. Л. Костенко, М. В. Ядрова, А. А. Николенко // Электротехнические и компьютерные системы. – 2011. – № 04 (80). – С. 205–208.

ЗМІСТ

Прикладна геометрія, інженерна графіка та ергономіка

<i>Телегин В. В., Титов Н. А.</i> Твердотельное моделирование в курсе инженерной графики технических специальностей ЛГТУ	3
--	---

Галузеве машинобудування

<i>Бекренев Н. В., Карачаровский В. Ю., Фомин А. А., Аврамов М. В., Выдыш С. Л.</i> Исследование технологии ультразвуковой очистки горелочных устройств к газоперекачивающим агрегатам	7
<i>Телегин В. В.</i> Имитационное моделирование динамических процессов в механизмах машин-автоматов	11
<i>Телегин И. В.</i> Исследование динамики кривошипных прессов при различных технологических схемах штамповки круглых в плане поковок	16

Прилади. Радіотехніка та телекомунікації

<i>Будаи Б. Т., Снегин К. А.</i> Анализ возможности эффективного обнаружения изображений объектов при решении охранных задач	21
<i>Будаи Б. Т., Снегин К. А.</i> Выбор эффективных критериев синтеза фильтров	25
<i>Егоров А. Е.</i> Вычислительная сложность поликорреляционных алгоритмов обработки сигналов	30
<i>Захарченко Н. В., Корчинский В. В., Талакевич Д. В.</i> Синтез шумоподобного сигнала для конфиденциальной системы связи на основе QPSK-модуляции	34
<i>Кузь М. В.</i> Метод шифрування інформації про метрологічні характеристики компараторів при проведенні звірень національних еталонів	41
<i>Марущенко С. Н.</i> Анализ причин зависимости точности измерений от степени деформированности профиля скоростей потока при использовании ультразвукового расходомера газа	44
<i>Шлычков В. И., Золотарёв А. И.</i> Алгоритмы калибровки лазерных триангуляционных устройств	47

Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація

<i>Альшевский П. И., Кузниченко С. Д.</i> Разработка лабораторного практикума на базе эмулятора IP-сетей Cisco Packet Tracer	53
<i>Козачек М. В.</i> Организация локальной компьютерной сети	56

<i>Лотоцький В. Я.</i> Визначення робочої папки виконуваного процесу активного вікна засобами Win32 API та C#.....	60
<i>Мовчан О. С., Кузніченко С. Д.</i> Моделювання та аналіз дії супутникового зв'язку на основі протоколу DTN	63

Енергетика

<i>Телегин В. В.</i> Критерии оптимизации системы автономного электроснабжения с использованием технологий возобновляемой энергетики	66
--	----

Металургія

<i>Горбачев Л. А., Недобитков А. И.</i> Исследование причины аварийного разрушения полуоси автомобиля ВАЗ-2106.....	70
--	----

Технологія харчової та легкої промисловості

<i>Ангельюк В. П., Злобина И. В.</i> Исследование когезионной прочности мясных фаршевых систем с добавлением растительной добавки	77
--	----

Геодезія

<i>Борисов А. А.</i> Метод расчета глубины донного маяка-ответчика, находящегося на глубине нескольких километров постановка задачи и приведение расчетных формул	80
<i>Рязанов М. Н., Татаринович Б. А.</i> Анализ ГИС в аспекте решения задач агрономии и их практическое применение.....	87

Безпека життєдіяльності

<i>Гринюк Т. Ю.</i> Шляхи підвищення життєдіяльності: оздоровча фізична культура	91
<i>Коваленко Н. П.</i> О конфигурации и структуре ядер атомов.....	95

Електроніка

<i>Самченко Р. П., Стадник Б. І.</i> Реалізація методу ступінчастої зміни резонансної частоти коливного контуру за допомогою аналогових ключів на МДН-транзисторах	99
<i>Ядрова М. В., Костенко В. Л., Николенко А. А., Балабан М. А.</i> Моделирование устройства измерения артериального пульса	102

Наукове видання

Мови видання: українська, російська

СПЕЦПРОЕКТ: АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції

Рівне – Київ – Дніпропетровськ • 30–31 травня 2013 р.

У шести томах

Том 3. Наукові дослідження в технічних галузях

Окремі доповіді друкуються в авторській редакції

Організаційний комітет не завжди поділяє позицію авторів

За точність викладеного матеріалу відповідальність покладається на авторів

Відповідальний редактор Біла К. О.

Оригінал-макет Єнішко М. Г.

Дизайн обкладинки Біла К. О.

Технічний редактор Капуш О. Є.

Підп. до друку 10.06.13. Формат 60x84¹/₁₆.
Ум. др. арк. 3,88. Тираж 100 пр. Зам. № 0613-05.

Видавець та виготовлювач СПД Біла К. О.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 3618 від 06.11.09.

Надруковано на поліграфічній базі видавця Білої К. О.
Україна, 49087, м. Дніпропетровськ, п/в 87, а/с 4402

тел. +38 (067) 972-90-71

www.confcontact.com

e-mail: conf@confcontact.com