



# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Периодический научный сборник



**2016 № 1-1**  
**ISSN 2413-0869**

ПО МАТЕРИАЛАМ  
X МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
Г. БЕЛГОРОД, 31 ЯНВАРЯ 2016 Г.

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**2016 • № 1-1**

**Периодический научный сборник**

*по материалам  
X Международной научно-практической конференции  
г. Белгород, 31 января 2016 г.*

**ISSN 2413-0869**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

2016 • № 1-1

**Периодический научный сборник**

**Выходит 12 раз в год**

**Учредитель и издатель:**

ИП Ткачева Екатерина Петровна

**Главный редактор:** Ткачева Е.П.

**Адрес редакции:** 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а

**Телефон:** +7 (919) 222 96 60

**Официальный сайт:** issledo.ru

**E-mail:** mail@issledo.ru

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)** по договору № 301-05/2015 от 13.05.2015 г.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте: **www.issledo.ru**

*По материалам X Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 31 января 2016 г.).*

**Редакционная коллегия**

*Духно Николай Алексеевич*, директор юридического института МИИТ, доктор юридических наук, профессор

*Васильев Федор Петрович*, профессор МИИТ, доктор юридических наук, доцент, чл. Российской академии юридических наук (РАЮН)

*Алиев Закир Гусейн оглы*, Институт эрозии и орошения НАН Азербайджанской республики к.с.-х.н., с.н.с., доцент

*Стариков Никита Витальевич*, директор научно-исследовательского центра трансфера социокультурных технологий Белгородского государственного института искусств и культуры, кандидат социологических наук

*Ткачев Александр Анатольевич*, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», кандидат социологических наук

*Шапвал Жанна Александровна*, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», кандидат социологических наук

*Трапезников Сергей Викторович*, начальник отдела аналитики и прогнозирования Института региональной кадровой политики (г. Белгород)



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>5</b>
<i>Акматов А.К.</i> ТЕПЛОВИХРЕВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА НА СКЛОНЕ ГОР ИЛИ ХОЛМОВ .....	5
<i>Андреев Р.В., Алатырев С.С., Васильев А.О.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА РЕЖУЩЕГО АППАРАТА КАПУСТОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА .....	10
<i>Артюшина Л.А.</i> СОВОКУПНОСТЬ ФАКТОРОВ И ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЕМЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ .....	14
<i>Баландин В.А., Воронков В.В., Спиринов Д.В., Беззатеев И.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ IEC 61499 ДЛЯ СОЗДАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ .....	18
<i>Бахарева Н.П.</i> ИЗМЕНЕНИЕ БИОЦЕНОЗА ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ .....	21
<i>Богданович Н.И., Романенко К.А., Шутова А.А.</i> СИНТЕЗ МИКРОПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ АДсорбентов ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИЕЙ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ .....	25
<i>Васильев А.О., Андреев Р.В., Алатырев С.С.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ КАПУСТОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ .....	29
<i>Воронков В.В., Лоскутова А.А., Баландин В.А., Беззатеев И.А.</i> СОЗДАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ WINDOWS COMMUNICATION FOUNDATION НА ЯЗЫКЕ C# .....	32
<i>Галкин С.Ю., Карпова Н.М.</i> АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ В КАБЕЛЕ ПОМЕХ ВЫЗВАННЫХ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ .....	35
<i>Духовникова И.Ю.</i> О СТРУКТУРЕ КУРСА «ИНТЕРНЕТ И МУЛЬТИМЕДИА ТЕХНОЛОГИИ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ЛИНГВИСТИКА .....	38
<i>Ершова И.Г., Белова М.В., Поручиков Д.В.</i> ИННОВАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫТОПКИ ЖИРА ИЗ МЯСОКОСТНОГО СЫРЬЯ .....	42
<i>Калматов У.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ .....	45
<i>Козтев П.А., Енин А.В., Маржина Р.А.</i> ОПИСАНИЕ СТАНДАРТА MPEG-7 .....	54
<i>Лоскутова А.А., Воронков В.В., Спиринов Д.В., Беззатеев И.А.</i> СОЗДАНИЕ СОБСТВЕННОЙ ВКЛАДКИ В СВОЙСТВАХ ДИСПЕТЧЕРА УСТРОЙСТВ .....	57
<i>Мали В.А., Аксенов А.А., Алексеев Д.С., Тихомиров П.А.</i> КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ .....	61
<i>Маржина Р.А., Козтев П.А.</i> АНАЛИЗ ТОПОЛОГИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ .....	64
<i>Масков Ю.П., Саханский Ю.В., Грищенко А.С.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОВЗРЫВНЫХ ЦЕПЕЙ .....	68
<i>Масков Ю.П., Саханский Ю.В., Саханская И.В.</i> ОСОБЕННОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ .....	72

<b>Миков Д.А.</b> СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНАЛИЗА РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	75
<b>Мокроусов В.И.</b> ТЕХНИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ РАЗРУШЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБ ПРИ ДЕФЕКТЕ РИСКА НА ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ .....	80
<b>Муканов Т.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТЛОЖЕНИЯ НАНОСОВ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ ОРТО-ТОКОЙ .....	87
<b>Порожняков А.К.</b> НАЗНАЧЕНИЕ И МЕСТО ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	99
<b>Поручиков Д.В., Ершова И.Г., Белова М.В., Михайлова О.В.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОСОЛА И МАССИРОВАНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ В ЭМПСВЧ.....	102
<b>Рамазанова Р.А., Серая Н.В., Быков Р.А.</b> КИНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОКИСЛЕННОЙ ЦИНКОВОЙ РУДЫ .....	106
<b>Рожненко О.А., Проскорякова Ю.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫХ АБРАЗИВНЫХ СРЕД НА СЪЕМ МЕТАЛЛА С ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦОВ .....	110
<b>Селезнев В.А., Воронцова Я.Д., Макаrchук Д.Н.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В СИСТЕМЕ ADEM CAD/CAM/CAPP .....	114
<b>Сизиков В.П.</b> СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ .....	117
<b>Спирин Д.В., Лоскутова А.А., Беззатеев И.А., Баландин В.А.</b> ЯЗЫК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ БИЗНЕС ПРАВИЛ JESS .....	127
<b>Шинкин В.Н.</b> ГЕОМЕТРИЯ ЛИСТА ПРИ ПРАВКЕ НА СЕМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЕ .....	131

## СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### ТЕПЛОВИХРЕВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА НА СКЛОНЕ ГОР ИЛИ ХОЛМОВ

*Акматов А.К.*

доцент кафедры «Архитектуры промышленных и гражданских зданий»,  
канд. техн. наук, доцент, Кыргызско-российский славянский  
университет им. Б. Ельцина, Кыргызская Республика, г. Бишкек

В статье приведена предлагаемая тепловихревая энергетическая установка на склоне гор или холмов, создающая вихревой тепловой воздушный поток за счет солнечной радиации и разности температур в верхней и нижней части установки, далее вихревой поток воздействует на генератор тока и тем самым получают электрический ток.

*Ключевые слова:* тепловихревая энергетическая установка, склон гор или холмов, вихревой воздушный поток, солнечная энергия, вихреобразователь, дефлектор, тепловой коллектор.

В настоящее время проблема создания экологически чистых источников энергии стала достаточно остро, в ряду которых особое место по неисчерпаемости и доступности занимает солнечная энергия и энергия потока воздуха. К тому же известно, что Кыргызская Республика относительно бедна энергетическими ресурсами, особенно нефтью и газом. При этом его географическое положение позволяет использовать солнечную энергию до 2546 часов в году, а суммарная и диффузная приходящая солнечная радиация на горизонтальную поверхность за один год составляет 1500 кВт ч/м<sup>2</sup> и 451 кВт ч/м<sup>2</sup> соответственно [1]. Следует отметить, что Кыргызстан горная страна, где почти 70% территории составляют горы. И, одним из эффективных способов преобразования солнечной энергии, является использование особым образом преобразованного воздуха в вихревой поток. Все вышесказанное в комплексе позволяет использовать энергию солнца, а также уклон гор или холмов для получения мощного воздушного потока для генерирования электрической энергии.

Известные тепловихревые энергоустановки предполагается возводить вертикально. Такое расположение усложняет конструкцию, так как необходимы дополнительные затраты на устройство, например, массивных фундаментов для придания устойчивости. А также предполагается привязка таких установок к стационарному источнику тепла, как например остаточному теплу теплоэлектростанций и т.п. [2].

На рис. 1 изображены общий вид (а) предлагаемой тепловихревой энергетической установки, размещенная на склоне горы и его поперечный разрез (б).

Предлагаемая тепловихревая энергоустановка лишена вышперечисленных недостатков. Так как расположение воздухопровода 1 на горном склоне 2 имеет, по сравнению с его вертикальной установкой, ряд преимуществ, ос-

новные из которых заключаются в упрощении монтажа и возможности получения необходимой длины воздуховода 1, обеспечивающей требуемую силу тяги.

Ниже приведем запатентованную автором тепловихревую установку [3] и фрагмент моделирования его работы. Следует отметить, что данная установка относится к устройствам, преобразующим энергию солнечной радиации в тепло, генерирующая вихревой воздушный поток, которая в свою очередь вращая лопасти электрогенератора вырабатывает электрическую энергию.

Тепловихревая энергетическая установка работает следующим образом.

Поступающий через трубопровод 20 в полость теплового коллектора 3 воздух нагревается под воздействием прошедшего сквозь прозрачное покрытие 4 солнечного излучения (СИ) и теплового (инфракрасного – ИЛ) излучения, накапливаемого в аккумуляторе тепла 5, и втягивается в вихреобразующую камеру 6, где под действием основного генератора вихря 7 получает вращательное движение и ускоряется, откуда поступает в aspirатор 8, где приобретает дополнительное ускорение, после чего в виде ускоренного вращающегося воздушного потока поступает в воздуховод 1, расположенный на склоне 2 горы. Далее воздушный поток поступает к верхней части воздуховода 1, где установлена силовая камера 9, во входе которой образован дополнительный генератор вихря 10, в зоне вихреобразования которого в полости силовой камеры 9 установлено ветроколесо 11, посредством вращающегося вала 12 связанное с электрическим генератором 13. Ветроколесо 11 под воздействием движущегося с большой скоростью в силовой камере 9 потока воздуха приводит во вращение электрический генератор 13, который вырабатывает электрическую энергию. работавший в силовой камере 9 воздушный поток поступает в охлаждаемый дефлектор 14. Охлаждение дефлектора 14 производится системой охлаждения 15, выполненной по известному техническому решению, для увеличения разности температур между нагреваемым на входе и охлаждаемым на выходе воздуховода 1 воздушными потоками, обеспечивающей повышение тяги в воздуховоде 1. В конденсаторе 17 скапливается конденсируемая в результате охлаждения воздуха вода, которая стекает по трубопроводу 18 в водосборник 19 и используется для различных нужд.

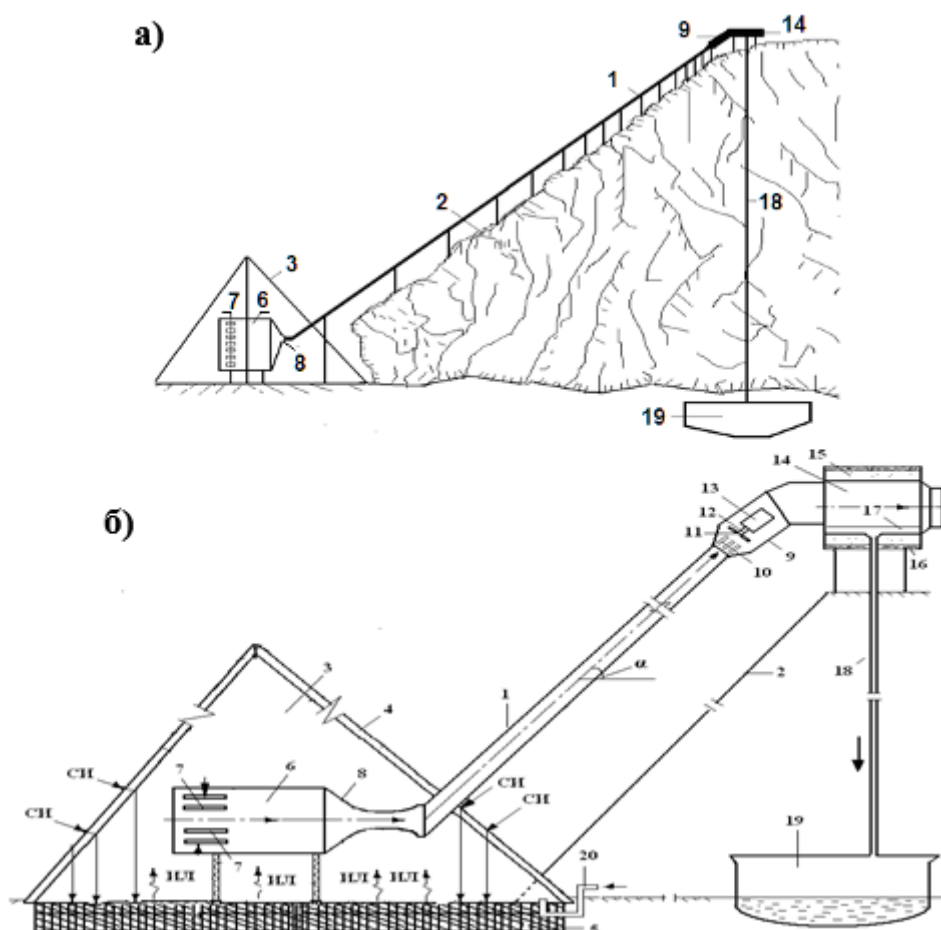


Рис.1. Тепловихревая энергетическая установка. а) – общий вид, б) разрез: 1 – воздуховод, 2 – склон горы, 3 – тепловой коллектор, 4 – покрытие, 5 – аккумулятор тепла, 6 – вихреобразующая камера, 7 – основной генератор вихря, 8 – аспиратор, 9 – силовая камера, 10 – дополнительный генератор вихря, 11 – ветроколесо, 12 – вал, 13 – электрический генератор, 14 – охлаждаемый дефлектор, 15 – система охлаждения, 16 – теплоизоляция, 17 – конденсатосборник, 18 – трубопровод, 19 – водосборник, 20 – трубопровод для подачи воздуха в тепловой коллектор 3

Далее воздушный поток поступает к верхней части воздуховода 1, где установлена силовая камера 9, во входе которой образован дополнительный генератор вихря 10, в зоне вихреобразования которого в полости силовой камеры 9 установлено ветроколесо 11, посредством вращающегося вала 12 связанное с электрическим генератором 13. Ветроколесо 11 под воздействием движущегося с большой скоростью в силовой камере 9 потока воздуха приводит во вращение электрический генератор 13, который вырабатывает электрическую энергию. Отработавший в силовой камере 9 воздушный поток поступает в охлаждаемый дефлектор 14. Охлаждение дефлектора 14 производится системой охлаждения 15, выполненной по известному техническому решению, для увеличения разности температур между нагреваемым на входе и охлаждаемым на выходе воздуховода 1 воздушными потоками, обеспечивающей повышение тяги в воздуховоде 1. В конденсатосборнике 17 скапливается конденсируемая в результате охлаждения воздуха вода, которая стекает по трубопроводу 18 в водосборник 19 и используется для различных нужд.



Моделирование в программном комплексе Autodesk Simulation CFD 2015 (см рис. 2, 3,4,5) показало, что воздушные вихри действительно образуются внутри вихреобразующей камеры 6 – (рис. 1 б и рис. 3,4) и на выходе через охлаждающий дефлектор 14 – (рис. 1 б и 5), то есть подтверждается основополагающая идея предлагаемой тепловихревой установки.

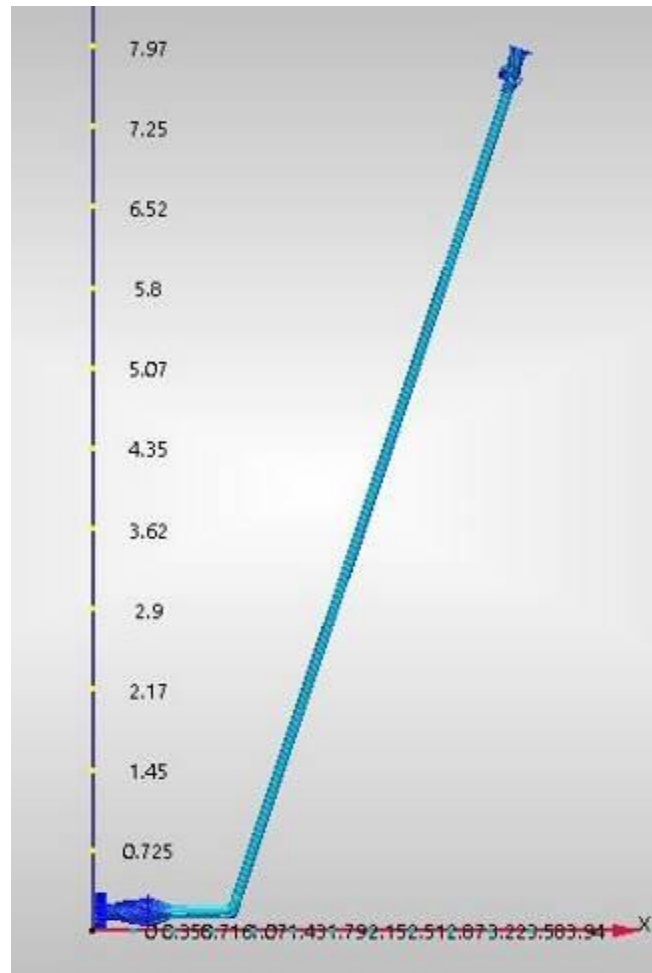


Рис. 2. Модель тепловихревой установки на склоне гор или холмов

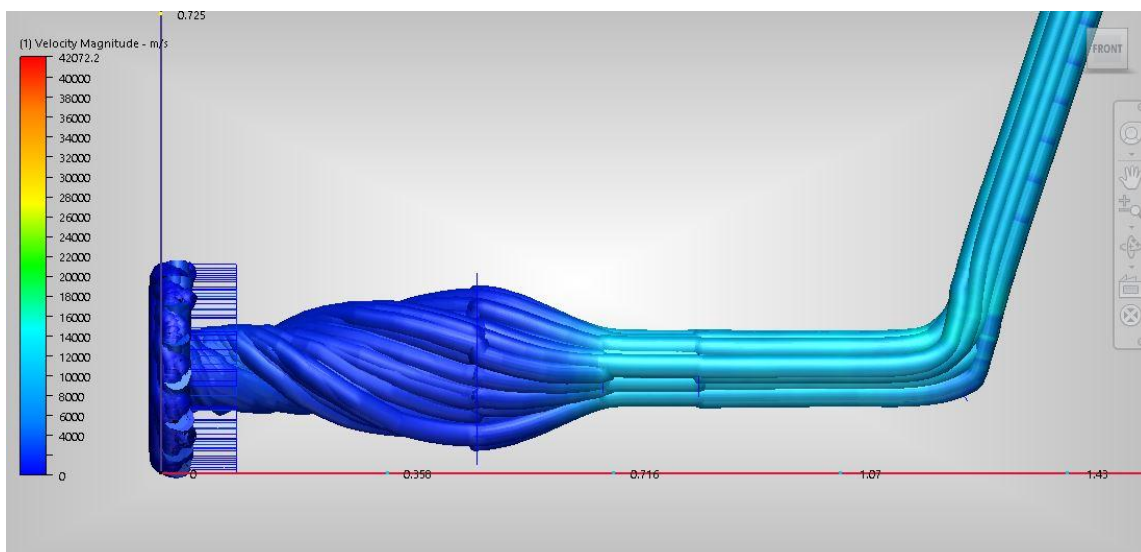


Рис. 3. Вихреобразование в вихреобразующей камере 6 (см. рис. 1 б) – вид спереди

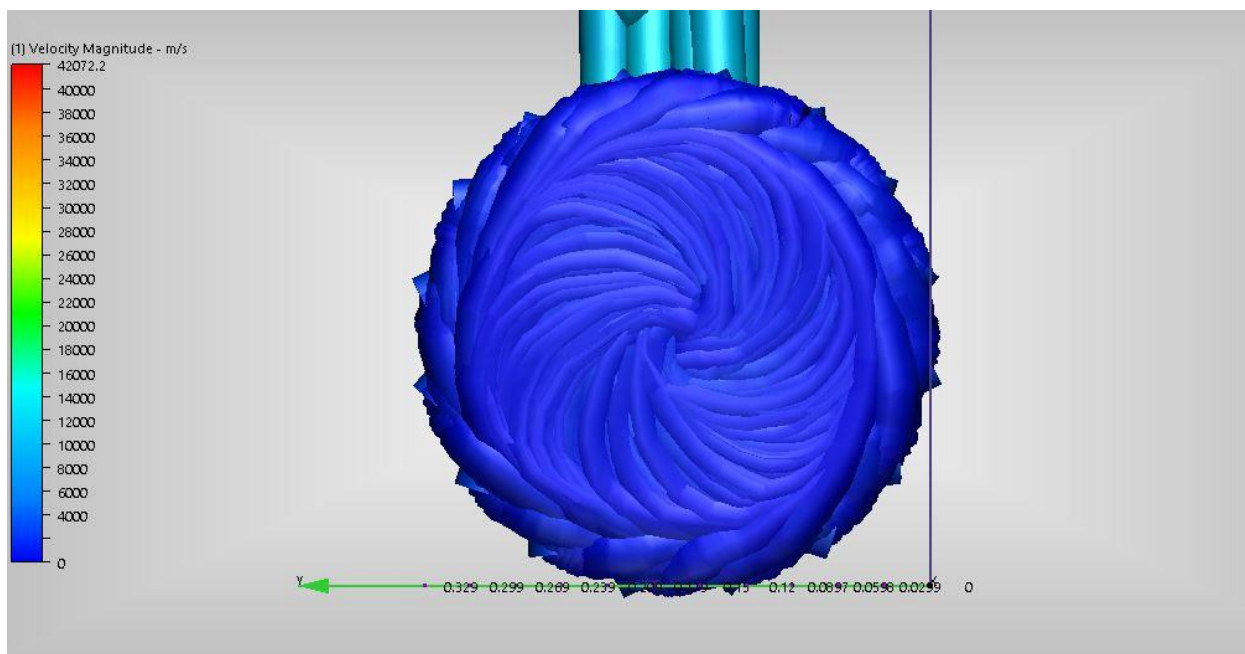


Рис. 4. Вихреобразование в вихреобразующей камере 6 (см. рис. 1 б) – вид по поперечному сечению камеры

В дальнейшем авторы планируют после теоретических исследований создать реальную работающую модель установки, для оптимизации параметров предлагаемой установки.

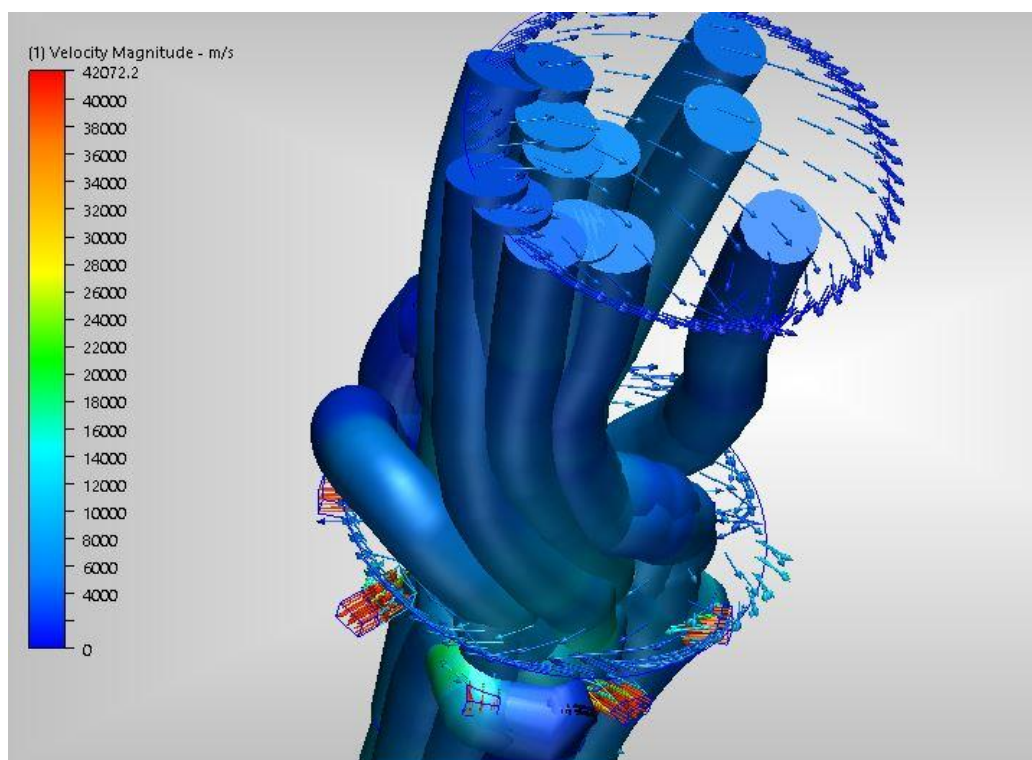


Рис. 5. Вихреобразование на выходе через охлаждающий дефлектор 14 (рис. 1 б)

Таким образом, предлагаемая установка надежна и эффективна. Может быть смонтирована на любом естественном природном склоне. Она имеет и дополнительную функцию в виде простой охлаждающей системы верха трубы, что увеличивает градиент температуры между низом и верхом уста-

новки, позволяющее увеличить скорость воздушного потока, а, следовательно, и мощность получаемой электроэнергии.

#### **Список литературы**

1. Обозов А.Дж., Ботпаев Р.М. Возобновляемые источники энергии: Учебное пособие для вузов. Бишкек: КГТУ, 2010 г. 270 с.
2. Пат. 2070660. Российская Федерация. Тепловихревая электростанция // Мосолов В.Г.; опубл. 20.12.96. Бюл. № 35. 12 с.
3. Пат. 1408. Кыргыз. Республ. Тепловихревая энергетическая установка / Патенто-обладатель Акматов А.К.//А.К. Акматов, В.И. Коган; опубл. 30.11.2011. Бюл. № 11. 6 с.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА РЕЖУЩЕГО АППАРАТА КАПУСТОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

***Андреев Р.В.***

старший преподаватель кафедры технического сервиса, канд. техн. наук,  
Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,  
Россия, г. Чебоксары

***Алатырев С.С.***

профессор кафедры транспортно-технологических машин и комплексов,  
д.т.н., Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,  
Россия, г. Чебоксары

***Васильев А.О.***

доцент кафедры технического сервиса, канд. техн. наук,  
Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,  
Россия, г. Чебоксары

Представлены результаты исследования кинематики и динамики привода режущего аппарата нового капустоуборочного комбайна. В результате исследования модернизирован режущий аппарат путем ввода в его привод карданной передачи с расположенными под углом валами.

*Ключевые слова:* капустоуборочный комбайн, режущий аппарат, динамическая нагруженность привода.

В капустоуборочном комбайне [2], разработанном в Чувашской государственной сельскохозяйственной академии [4,5], установлен принципиально новый режущий аппарат, который представляет собой два спаренных четырехзвенных механизма, приводящихся в движение от пространственного кривошипно-шатунного механизма (рис. 1).

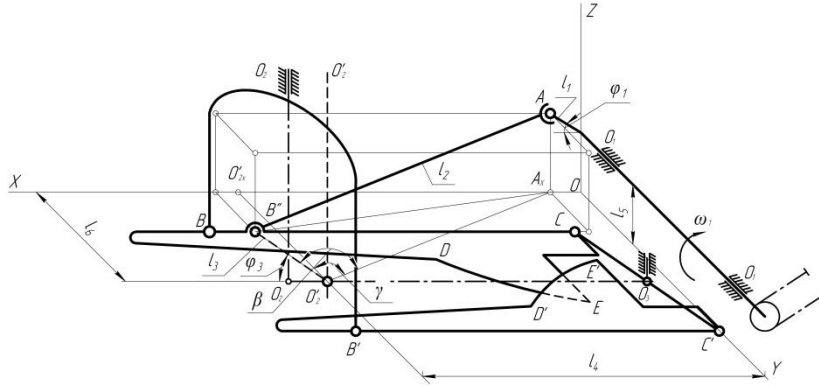


Рис. 1. Схема привода режущего аппарата капустоуборочного комбайна

В четырехзвенных механизмах звенья  $O_2B$ ,  $O_2'B''$ ,  $O_3C$ ,  $O_3C'$  и  $O_2B'$  равны между собой по длине, поэтому спарники  $BC$  и  $B'C'$ , также равные между собой по длине, движутся поступательно вместе с жестко закрепленными ножами [1]. При этом точки  $B$ ,  $B''$  и  $C$  совершают круговые движения по одинаковым траекториям [3].

Рассмотрим движение привода режущего аппарата в декартовой системе координат  $OXYZ$ . Заметим, в приводе режущего аппарата кривошип  $O_1A$  и фиктивное коромысло  $O_2'B''$  совершают с точки зрения механики простые вращательные движения, а шатун  $AB''$  – сложное пространственное движение.

Для нахождения функции связей звеньев исследуемого механизма представим его в промежуточном положении. Получим следующее выражение:

$$\varphi_3 = \arctg f_1(\varphi_1) - \arcsin \frac{f_2(\varphi_1)}{f_3(\varphi_1)}, \quad (1)$$

где  $f_1(\varphi_1) = \frac{l_4 - l_1 \cos \varphi_1}{l_6}$ ,

$$f_2(\varphi_1) = l_2^2 - (l_5 + l_1 \sin \varphi_1)^2 - l_3^2 - l_6^2 - (l_4 - l_1 \cos \varphi_1)^2,$$

$$f_3(\varphi_1) = 2l_3 \sqrt{l_6^2 + (l_4 - l_1 \cos \varphi_1)^2}.$$

Для выявления функции связи между скоростями звеньев привода дифференцируем выражение (1) по углу  $\varphi_1$ , в результате чего получим:

$$\varphi_3' = \frac{f_1'(\varphi_1)}{1 + f_1^2(\varphi_1)} - \frac{f_2'(\varphi_1) \cdot f_3(\varphi_1) - f_2(\varphi_1) \cdot f_3'(\varphi_1)}{f_3(\varphi_1) \sqrt{f_3^2(\varphi_1) - f_2^2(\varphi_1)}}, \quad (2)$$

Дифференцируя выражение (2) вторично по  $\varphi_1$ , получим функцию связи между ускорениями звеньев привода в следующем виде:

$$\begin{aligned} \varphi_3'' = & \frac{f_1''(\varphi_1)[1 + f_1^2(\varphi_1)] - 2f_1(\varphi_1)[f_1'(\varphi_1)]^2}{[1 + f_1^2(\varphi_1)]^2} - \\ & - \frac{f_2''(\varphi_1)f_3(\varphi_1) - f_2(\varphi_1)f_3''(\varphi_1)}{f_3(\varphi_1)\sqrt{f_3^2(\varphi_1) - f_2^2(\varphi_1)}} + \\ & + \left[ \frac{f_1'(\varphi_1)}{1 + f_1^2(\varphi_1)} - \varphi_3' \right] \left[ \frac{f_3'(\varphi_1)}{f_3(\varphi_1)} + \frac{f_3(\varphi_1)f_3'(\varphi_1) - f_2(\varphi_1)f_2'(\varphi_1)}{f_3^2(\varphi_1) - f_2^2(\varphi_1)} \right], \quad (3) \end{aligned}$$

Функция положения (1) механизма привода режущего аппарата является нелинейной. Поэтому в звеньях привода режущего аппарата возникают значительные инерциальные нагрузки. Приняв угловую скорость вращения кривошипа постоянной, вычислим приведенный момент сил инерции на валу кривошипа по формуле:

$$M_u = 4ml_3^2 \varphi_3' \varphi_3'' \omega_1^2 \quad (4)$$

На рис. 2 приведены зависимости  $M_u$ , полученные в результате компьютерного моделирования выражения (4) в математическом пакете MathCAD при рабочих угловых скоростях  $\omega_1$ , равных 6,28, 9,42 и 12,56  $\text{с}^{-1}$  соответственно.

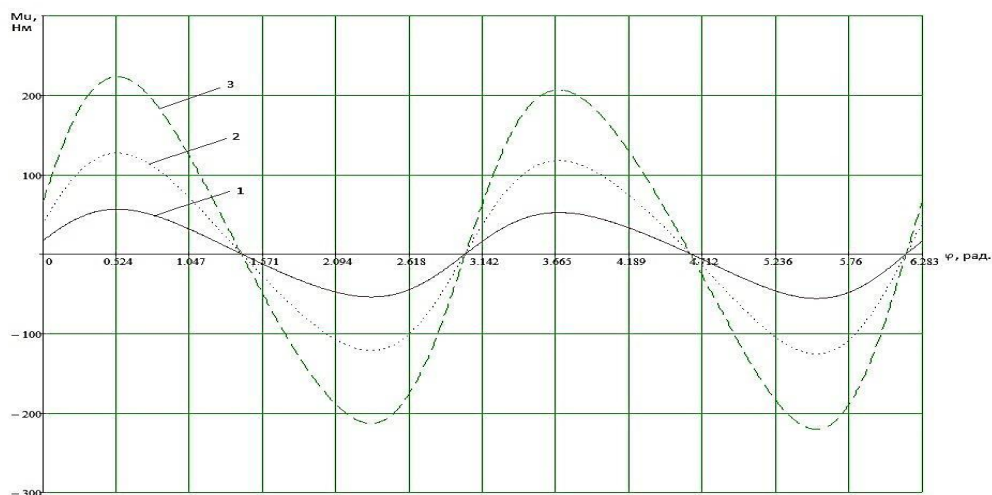


Рис. 2. Зависимости приведенного момента  $M_u$  сил инерции на кривошипном валу режущего аппарата от его угла поворота  $\varphi_1$  при угловых скоростях вращения  $\omega_1$ , равных 6,28 (1); 9,42 (2) и 12,56  $\text{с}^{-1}$  (3) соответственно

Как показывает анализ, момент сил инерции на кривошипном валу режущего аппарата капустоуборочной машины изменяется циклически в значительных пределах, создавая напряженные условия работы в звеньях и в шарнирах механизмов привода. Причем момент сил инерции резко возрастает с увеличением частоты вращения кривошипного вала. Таким образом, динамические свойства механизма привода ограничивают скоростной режим работы режущего аппарата. В тоже время при повышенном скоростном режиме качество среза кочанов капусты улучшается. Поэтому предлагаем повысить угловую скорость вращения кривошипа в приводе до 12,6  $\text{с}^{-1}$ , а чтобы при этом не ухудшились динамические характеристики привода, предлагаем приводить в движение кривошипный вал режущего аппарата карданной передачей с валами, расположенными под углом друг к другу. В этом случае при постоянной угловой скорости ведущего вала карданной передачи, ведомый вал ее имеет циклически изменяющуюся угловую скорость  $\omega_1$ . Соотношения между угловыми скоростями выражаются формулой:

$$\omega_1 = \frac{\omega \cos \theta}{\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi \cdot \cos \theta}, \quad (5)$$

При совмещении минимальных значений угловой скорости ведомого вала карданной передачи крайними положениями кривошипа привода режу-



щего аппарата происходит снижение пиковых значений приведенного момента сил инерции  $M_u$ .

Это означает, что в выражении (4)  $\omega_1$  заменяется зависимостью (5). Тогда приведенный момент  $M_u$  определяется по формуле:

$$M_u = 2ml_3^2 \left\{ \frac{d\omega_1}{d\varphi_1} \omega_1 [\varphi_3']^2 + 2\omega_1^2 \varphi_3' \cdot \varphi_3'' \right\}. \quad (6)$$

На рис. 3 приведены зависимости  $M_u=f(\varphi)$ , смоделированные согласно выражению (6). Режимы работы режущего аппарата примерно такие же, какими были при построении зависимостей рис. 2.

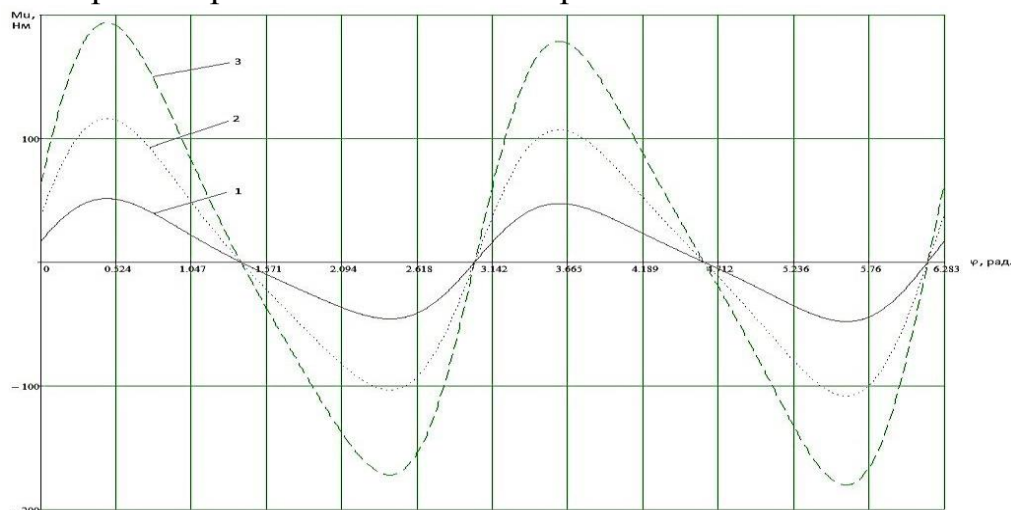


Рис. 3. Зависимость приведенного момента  $M_u$  сил инерции на кривошипном валу режущего аппарата от угла поворота  $\varphi$  ведущего вала карданной передачи после модернизации привода при режимах работы, соответствующих  $\omega_1=6,28 \text{ с}^{-1}$ (1),  $\omega_1=9,42 \text{ с}^{-1}$ (2) и  $\omega_1=12,56 \text{ с}^{-1}$ (3)

Из рис. 3 видно, что пиковые значения моментов сил инерции на кривошипном валу при этом снизились до 20% по сравнению с данными, представленными на рис.2. Это свидетельствует о том, что ввод в привод режущего аппарата карданной передачи с валами, расположенными под углом друг к другу, улучшает динамические свойства механизма. Это позволяет в свою очередь повысить скоростной режим работы режущего аппарата капустоуборочной машины, т.е. довести угловую скорость вращения кривошипного вала привода до  $12,56 \text{ с}^{-1}$ , не ухудшая динамические свойства механизма привода.

#### Список литературы

1. Андреев Р.В., Алатырев С.С. Исследование привода режущего аппарата малогабаритного капустоуборочного комбайна // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – №3. – С.2-5.
2. Алатырев С.С., Тончева Н.Н., Григорьев А.О., Савеличев К.А., Алатырева И.С., Андреев Р.В., Васильев А.О. Малогабаритный капустоуборочный комбайн – эффективное техническое средство для современного овощеводства // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – №3. – С.14-17.
3. Алатырев С.С., Андреев Р.В., Чебоксарова А.В. Совершенствование привода режущего аппарата капустоуборочного комбайна // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – №11. – С.15-17.
4. Патент №2365086 РФ Капустоуборочная машина / Савеличев К.А., Алатырева И.С., Григорьев А.О., Андреев Р.В., Тончева Н.Н., Алатырев С.С. – №2008107374/12; Заявлено 26.02.2008; Опубл. 27.08.2009. Бюл. №24. – 12 с.

5. Патент №2450504 РФ Капустоуборочная машина /Васильев А.О., Андреев Р.В., Чебоксарова А.В., Алатырев С.С. – №2010136615/13; Заявлено 31.08.2010; Опубл. 20.05.2012. Бюл. №14. – 6 с.

## **СОВОКУПНОСТЬ ФАКТОРОВ И ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЕМЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

*Артюшина Л.А.*

доцент кафедры «Информатика и защита информации», к.п.н.,  
Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,  
Россия, г. Владимир

В статье автором представлена совокупность факторов и параметров достоверной оценки знаний обучаемых в распределенных информационных образовательных системах.

*Ключевые слова:* достоверность информации, образовательные системы.

Концептуальной основой структуры РИОС служит архитектура LTSA [2]. В этой структуре выделены четыре процесса, два хранилища и десять информационных потоков. В данной статье при исследовании факторов и параметров РИОС, влияющих на достоверность оценки знаний обучаемых, мы ограничимся рассмотрением процессов: выявление знаний обучаемого, оценивание, координирование, доставка.

Под достоверностью информации мы понимаем её свойство адекватно отражать действительность, которое проявляется в: 1. аутентичности (соответствие объективной реальности), 2. полноте (способности отражать все исследуемые свойства объекта), 3. внутренней непротиворечивости (отсутствие противоречий между элементами информационного ресурса) и 4. актуальности (способности отражать текущее состояние объекта).

Рассмотрим основные процессы в структуре РИОС. Анализ процесса *выявления знаний обучаемого* позволил нам считать весовой коэффициент трудности предъявляемых обучаемому задач параметром, влияющим на достоверность оценки знаний обучаемого, РИОС. Анализ научной технической литературы [1,2,3] позволил нам сделать вывод о том, что параметрами также могут быть: время, отводимое для выполнения задания (время тестирования); фактическое время ответа обучаемого; количество и значимость предъявляемых задач; количество и весовой коэффициент трудности выполненных обучаемым задач.

Рассмотрим процесс *оценивание*. Его анализ позволяет сделать вывод о том, что этот процесс осуществляет два вида действий: анализ действий обучаемого, поступающих через поток "Поведение" и оценку текущего состояния выполнения стоящих перед обучаемым педагогических задач.

Рассмотрим первую составляющую. Анализ схемы взаимодействия

компонентов архитектуры LSTA[2] позволяет утверждать, что информацией для этого процесса являются цели и результаты работы обучаемого. Тогда совокупностью показателей, по которым процесс оценивается анализирует действия обучаемого, можно считать: число посещений за определенный период времени; весовой коэффициент трудности выполненных обучаемым задач; время выполнения задания; число обращений за помощью. Второй, третий и четвертый показатели влияют на достоверность оценки уровня знаний обучаемого и, таким образом, могут выступать в качестве параметров оценки его оценки. Первый показатель – на оценку уровня мотивации к обучению.

Различают апатию, внешнюю и внутреннюю мотивацию к обучению. Опираясь на основные положения процесса управления деятельностью в автоматизированных обучающих системах [1, 3, 5] перечисленным выше видам мотивации можно поставить в соответствие уровни: низкий уровень – апатия, т.е. отсутствие у обучаемого какой-либо мотивации к обучению. Для этого уровня характерно то, что обучаемый, являясь потребителем информации, в процессе обучения не генерирует новую информацию для РИОС (ответы, вопросы, просьба помощи и т.п.) самостоятельно или в случае получения напоминаний от РИОС. Средний уровень – наличие у обучаемого внешней мотивации к обучению. Для этого уровня характерно то, что обучаемый в процессе обучения выполняет определенные в системе формальные требования (норматив). Высокий уровень – наличие у обучаемого внутренней мотивации к обучению. В этом случае обучаемый в процессе обучения выполняет на уровне выше среднего определенные в системе формальные требования.

Очевидно, что обучаемый с более высоким уровнем мотивации чаще входит в систему, старается решить не только задачи, обеспечивающие норматив, но и задачи повышенной сложности, в случае ошибки, пытается решить задачу повторно, запрашивает дополнительный материал по теме курса и т.д. Это позволяет нам дополнить перечень параметров: весовой коэффициент трудности запрашиваемых обучаемым задач; уровень сложности затребованного обучаемым содержания учебного материала; объем затребованного обучаемым учебного материала.

Рассмотрим вторую составляющую – оценку текущего состояния выполнения стоящих перед обучаемым педагогических задач. Само возникновение педагогической задачи обусловлено необходимостью перевода обучаемого из одного состояния в другое [3, 5]. В этом смысле постановка педагогических задач перед обучаемым предполагает определение результата обучения. Тогда различие между информацией о реальном состоянии (уровень входных знаний, умений и навыков обучаемого) и заданном (какими знаниями, умениями и навыками обучаемый должен овладеть) состоянии является информацией для РИОС и служит основой построения модели конкретного обучаемого.

В контексте РИОС модель обучаемого должна представлять собой множество точно формализованных фактов об обучаемом, используя кото-

рые, РИОС организует процесс обучения согласно его потребностям, способностям и уровню знаний. Анализ отечественных и зарубежных работ по проблеме моделирования обучаемого (Г.А. Атанов, Л.В. Зайцева, Н.О. Прокофьева, Е. Дилленбург, Д. Селф и др.) показал, что существует три вида знаний об обучаемом. Каждому виду знаний соответствует определенная модель обучаемого: знаниям о том, каков обучаемый есть – поведенческая модель обучаемого; знаниям о том, каким мы хотим его видеть – нормативная модель обучаемого; знаниям о том, каким мы его можем увидеть – модель ошибок обучаемого.

Анализ составляющих перечисленных моделей позволил нам выделить совокупность фактов, из которых складывается каждая модель. Так поведенческая модель обучаемого складывается из: знаний об общих характеристиках обучаемого как физического индивидуума, знаний об общих характеристиках обучаемого как социального индивидуума, информации о работе обучаемого в текущем и предыдущих сеансах, предпочтениях обучаемого, фактических ошибок и затруднений, оценки со стороны РИОС выполнения обучаемым стоящих перед ним педагогических задач. Нормативная модель обучаемого представляет собой перечень элементов знаний, умений и качеств личности, который необходимо достичь. Модель ошибок – типичные ошибки и затруднения. Тогда модель обучаемого в РИОС можно представить в виде совокупности поведенческой, нормативной моделей и модели ошибок обучаемого, а вышеперечисленные факты рассматривать в качестве параметров, от которых зависит достоверность оценки знаний обучаемого в РИОС.

Рассмотрим процесс *координирования*. Анализ процесса позволил нам выделить его основные составляющие: селекция учебного материала на основе модели обучаемого в хранилище; выбор компонентом Преподаватель/Инструктор наиболее подходящего учебного материала из отобранного в ходе селекции. Информацией для составляющих процесса координирования, по нашему мнению, будет выступать следующая совокупность фактов: информация о работе обучаемого в текущем и предыдущих сеансах; предпочтения обучаемого; педагогические задачи, стоящие перед обучаемым; оценка со стороны РИОС выполнения обучаемым стоящих перед ним педагогических задач.

Для оценки выполнения обучаемым стоящих перед ним педагогических задач необходим уровневый подход к представлению проектируемых результатов и инструментарий для оценки их достижения. За точку отсчёта можно принять необходимый для продолжения образования и реально достигаемый большинством обучаемых нормативный уровень образовательных достижений. Достижение этого нормативного уровня можно интерпретировать как исполнение им требований Стандарта. А индивидуальную оценку выполнения обучаемым стоящих перед ним педагогических задач можно вести «методом сложения», при котором фиксируется достижение нормативного уровня и его превышение. Это позволит РИОС выстраивать индивидуальные образовательные траектории, адекватные текущему уровню знаний и

умений обучаемого. Рассмотренный подход можно рассматривать в качестве *параметра*, влияющего на достоверность оценки выполнения обучаемым стоящих перед ним педагогических задач со стороны РИОС. Тогда уровень образовательных достижений обучаемого на текущий момент (норматив, незначительное превышение норматива, значительное превышение норматива) можно считать параметром, влияющим на аутентичность модели обучаемого.

Предпочтения обучаемого. В контексте образовательных систем, по нашему мнению, речь идет о предпочтениях по способам подачи учебного материала. Тогда одним из параметров, влияющим на достоверность оценки знаний обучаемого, на наш взгляд, может быть оценка со стороны РИОС применения выбранного обучаемым способа освоения учебного материала. Результату выполнения задания теста с максимальным весовым коэффициентом трудности должен соответствовать способ освоения учебного материала также с максимальной оценкой применения его обучаемым. Описанный параметр влияет на селекцию и отбор учебной информации в РИОС.

Селекция и корректность отбора учебного материала напрямую зависят от полноты и актуальности поступившей информации. Полнота информации характеризует качество информации и определяет достаточность данных для принятия решений или для создания новых данных на основе имеющихся и напрямую зависит от уровня противоречивости между составляющими элементами. На наш взгляд, в случае обучения с помощью РИОС, в качестве элементов, составляющих полноту информации об обучаемом могут выступать цели обучаемого. Располагая информацией о целях обучаемого, РИОС сужает область доступного ему образовательного пространства, предлагая только адекватные цели блоки учебного материала. Тогда наличие запросов от обучаемого на другие (неадекватные цели) блоки учебной информации можно рассматривать в качестве характеристики уровня противоречивости элементов, составляющих полноту информации об обучаемом. А количество таких запросов можно рассматривать в качестве параметра, оценивающего уровень противоречивости элементов, составляющих полноту информации об обучаемом. В том же ключе можно рассматривать наличие петель в последовательности предъявления (или отбора) учебного материала обучаемому. Например, анализ результатов процесса выявления знаний обучаемого (входной или промежуточные тесты) показал, что часть понятий усвоена обучаемым и дополнительного повторения не требуется. При этом системой зафиксированы обращения обучаемого за помощью при выполнении задач, включающих эти понятия. Тогда количество петель в предъявлении (или отборе) учебного материала можно рассматривать в качестве параметра, характеризующего уровень противоречивости элементов, составляющих полноту информации об обучаемом.

Представленная в статье совокупность факторов и параметров их оценки, по нашему мнению, в значительной степени влияет на достоверность оценки знаний обучаемых в РИОС.



### Список литературы

1. Атанов Г.А. Моделирование учебной предметной области, или предметная модель обучаемого // Educational Technology & Society. 2000. №3(3).
2. Дмитриева В.В. Разработка распределенной информационной научно-образовательной среды «Электрофизика»: дисс... канд.тех.наук. М., 2012.
3. Зайцева Л.В., Прокофьева Н.О. Модели и методы адаптивного контроля знаний // Educational Technology & Society. № 7(4), 2004.
4. Монахов М.Ю. Методы и модели обработки и представления информации в распределенных образовательных системах: дис. ... д-ра тех. наук. Владимир, 2005.
5. Борисов Н.А. Организация процесса обучения на основе нечеткой модели знаний студента // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2012. №5(2).
6. Леонова Н.М. Методы адаптивного структурно-параметрического управления и идентификации многосвязных социальных объектов на примере образовательной деятельности: дисс... доктора технических наук, М., 2006.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ IEC 61499 ДЛЯ СОЗДАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

*Баландин В.А., Воронков В.В., Спирин Д.В., Беззатеев И.А.*  
магистранты ст. гр. 15ВВм1,  
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

В статье рассматриваются возможности распределенных систем управления на базе функциональных блоков IEC61499.

*Ключевые слова:* IEC 61499, функциональные блоки, распределенные системы управления.

### Формат IEC 61499

IEC 61499(так же известен как МЭК-61499) – открытый стандарт распределенных систем управления автоматизаций. Целью разработки данного стандарта являлось реализация возможность реализации исполнения одним ресурсом или процессором большого количества задач одновременно. Стандарт IEC61499 пришел на смену стандарту IEC 61131, поскольку тот не позволял реализовать многопоточные алгоритмы.

Стандарт IEC 61499 определяет модель распределенных систем управления как совокупность функциональных блоков, на которые разбиваются различные части распределенной системы управления. Функциональные блоки (модули) распределяются по коммуникационной сети через множество контроллеров, что позволяет создать распределенную систему. Функциональные блоки могут располагаться на различных ресурсах, связанных между собой средой коммутации. Приложение распределенной системы представляет собой совокупность функциональных блоков на одном или более устройствах. Приложение со многими функциональными блоками отображается как один элемент, хотя экземпляры функциональных блоков распреде-

ляются по ресурсам и устройствам. Функциональные блоки – атомарные элементы распределения. Ключевая особенность функциональных блоков IEC 61499 – управление системой с помощью не только входных данных, но и внешних событий.

Система может содержать один или более циклов управления. Например, ввод данных выполняется на одном устройстве, управление – на втором и преобразование выходных данных – на третьем устройстве. Эти совместные циклы управления разделяют данные предсказуемым и детерминированным образом, описанным в стандарте IEC61499. Стандарт IEC61499 вводит следующие понятия:

Система (System) – набор устройств, связанных и взаимодействующих друг с другом посредством коммуникационной сети, состоящей из сегментов и соединений.

Устройство (Device) – независимая физическая единица, способная к выполнению одной или более определенных функций в конкретном контексте и ограниченная интерфейсами устройства.

Ресурс (Resource) – функциональная единица, имеющая независимое управление его работой, и которое обеспечивает различные сервисы для приложений, включая планирование и выполнение алгоритмов.

Приложение (Application) – программная функциональная единица, предназначенная для решения проблемы в системе управления и измерения. Приложения могут быть распределены между устройствами и могут взаимодействовать с другими приложениями. Функциональный блок,

ФБ (Function block) – программная функциональная единица, которая является наименьшим элементом в распределенной системе управления. Функциональный блок использует машину состояний (state machine) с диаграммой управления выполнением (execution control chart – ECC) для задания алгоритма работы ФБ.

### Функциональные блоки

Функциональный блок (ФБ) – компонент вычислительного процесса в стандарте IEC 61499, воспринимающий входные сигналы и события, анализирующий поступающие данные, и генерирующий выходные сигналы и события, в зависимости от поступивших на него сигналов и событий. У ФБ должен быть как минимум один вход, принимающий сигнал события, по которому он активирует вычисления или активирует некие процессы в системе.

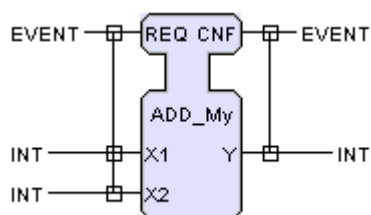


Рис. Интерфейс ФБ

Функциональный блок может содержать один или несколько входов данных, один или несколько входов событий, один или несколько выходов

данных, а также один или несколько выходных событий. Выходные данные и генерируемые события изменяются в результате вычислений и в зависимости от входных событий. Стандарт IEC 61499 описывает 3 типа функциональных блоков:

- Простые (базисные) – basic
- Сервисные – service
- Композитные – composite

Простые (базисные) ФБ содержат в себе набор алгоритмов обработки данных, внутренние данные и логику их выбора и активации, описываемую управляющим конечным автоматом (ЕСС, Execution Control Chart). Алгоритмы базисного ФБ могут использовать входы данных и внутренние данные, генерируя на выходах результаты вычислений. Переходы между состояниями ЕСС могут быть активизированы по событиям на входах событий. С каждым состоянием ЕСС может быть связано одно или несколько действий, выполняемых при переходе в него. Каждое такое действие представляет собой активизацию одного из алгоритмов и/или генерацию события на одном или нескольких выходах событий по завершении алгоритма. Для описания алгоритма преобразования входных данных в выходные (алгоритма блока) используются языки стандарта IEC61131-3 (FBD, SFC, LD, ST, IL) и те же типы данных, что в IEC61131-3.

Сервисные ФБ – вспомогательные функциональные блоки, обеспечивающие некоторые функции системы. В стандарте IEC61499 определены 18 типов сервисных блоков: расщепление события, слияние, рандеву двух событий, разрешающее распространение события, выбор между двумя событиями, переключение событий, задержка событий и другие.

Композитные ФБ – это набор простых (базисных) функциональных блоков IEC61499. Для определения базового функционального блока IEC61499 надо задать следующие элементы: входные и выходные переменные, входные и выходные события, диаграмму управления выполнением (ЕСС – Execution Control Chart) и собственно алгоритм блока. Входные события инициируют и управляют работой функционального блока IEC61499. Как правило, композитный блок представляют собой модель управления конкретным устройством в распределенной сети. Так, если у нас в системе есть несколько одинаковых устройств – нет необходимости создавать свой композитный блок для каждого из них.

### **Физическая реализация системы**

Для реализации систем на базе IEC 61499 необходимо использовать контроллеры, которые будут обрабатывать данные с внешних сигналов и передачи управляющих сигналов на устройства входящие в состав системы. Стандарт IEC 61499 определяет распределенную систему как совокупность распределенных модулей (функциональных блоков), которые в свою очередь могут распределяться на множество контроллеров. Таким образом, система становится распределенной путем размещения на одном и более устройствах.

Как правило, коммутация контроллеров происходит посредством TCP/IP, что позволяет управлять системой удаленно. Также возможна интеграция web-сервиса, что позволяет управлять системой через интернет в любой точке мира.

Для описания алгоритма преобразования входных данных в выходные (алгоритма блока) используются языки стандарта IEC61131-3 (FBD, SFC, LD, ST, IL) и те же типы данных, что в IEC61131-3. Использование языка SFC открывает большие возможности разработки систем автоматизации для разработчиков, специализирующихся на «железе» и не требует обширных знаний высокоуровневых лексических языков программирования, что является преимуществом перед другими языками.

### **Заключение**

В данный момент на рынке представлено большое количество контроллеров разных ценовых категорий, поддерживающих стандарт IEC 61499. Системы на базе IEC 61499 могут использоваться не только при автоматизации технических процессов на предприятиях, но и в бытовых условиях – например системы типа «умный дом».

Преимуществом стандарта IEC 61499 в разработке распределенных систем управления является масштабируемость системы – в любой момент можно добавить, убрать, изменить алгоритм устройства или изменить конфигурацию без изменения алгоритма работы системы. Также большим преимуществом является необязательность разработчику системы углубленного знания классических языков программирования.

### **Список литературы**

1. Дубинин В.Н., Вяткин В.В. – «Модели функциональных блоков IEC 61499, их проверка и трансформации в проектировании распределенных систем» // Пенза: ПГУ, 2012.
2. Дубинин В.Н., Вяткин В.В. – «Семантический анализ описаний систем управления промышленными процессами на основе стандарта IEC 61499 с использованием онтологий» // Пенза: ПГУ, 2010.
3. Лукичев А.Н. – «Анализ организации вычислительного процесса в стандарте IEC 61499» // Санкт-Петербург: ИТМО, 2009.

## **ИЗМЕНЕНИЕ БИОЦЕНОЗА ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

***Бахарева Н.П.***

доцент кафедры физики, канд. техн. наук, доцент,  
Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Россия, г. Санкт-Петербург

С наступлением техногенного этапа в развитии человеческой цивилизации резко увеличилось электромагнитное загрязнение биосферы. Внешние электромагнитные поля перестраивают резонансные частоты почвенных областей, значительно снижая их плодородие. Деградировавшие области становятся источниками волнового информационного

сигнала, влияющего на почвенные области, не подвергавшиеся прямому воздействию ЭМП, и разрушающего их биоценоз. Следует обратить большее внимание на изучение механизмов взаимодействия процессов в почве и окружающей электромагнитной обстановке.

*Ключевые слова:* принцип взаимности, электродинамика, электромагнитные поля, почва, гумус, чернозем, резонансы, волны деградации, электромагнитная совместимость.

Современное экспериментальное развитие концепций А.Л. Чижевского и В.И. Вернадского [7], [8], [13] подтверждает факт высокой чувствительности биологических систем всех видов к воздействию электромагнитных полей (ЭМП) в широком диапазоне частот.

С наступлением техногенного этапа в развитии общества изменения биосферы по ряду показателей приняли характер во многом противоположный ее естественному направлению.

С помощью принципа взаимности, находящегося в аксиоматике электродинамики, удастся получить обобщенный закон Кирхгофа о связи излучательной и поглощательной способностей для произвольных электродинамических систем. Принцип взаимности выполняется для антенн гармонических волн и элементарных вибраторов, излучающих волны произвольной временной зависимости – [4], [11], [12]. Теорема взаимности справедлива для разнообразных механических, акустических, электромагнитных систем, описываемых линейными уравнениями. Ее следствиями являются т.н. соотношения взаимности для функций Грина.

Исследования последних лет [7] подтвердили, что электромагнитное поле обладает сигнальной функцией и способностью запускать адекватные исходному возбужденному состоянию межклеточные взаимодействия живого вещества по принципу взаимности приемника и источника информационного сигнала.

Развитие энергетической вооруженности промышленности и сельского хозяйства, электротранспорта и т.д. привело к тому, что резко увеличилось электромагнитное загрязнение окружающей среды. Имеется целый ряд источников электромагнитных полей, обусловленных деятельностью человека. К таким источникам можно отнести линии электропередач постоянного и переменного тока, расположенные в почве заземлители, через которые могут уходить значительные токи и т.д.

Литературные данные [6], [9], [10] позволяют отметить активное влияние ЛЭП переменного тока на рост и деление клеток почвенных организмов и, как следствие, замедление роста травы под проводами, что позволяет говорить впоследствии о включении «цепной реакции» деградации почвы.

Изучение влияния ЭМП на биоэлементы агросферы затруднено их сложной структурой. Почва – сложная экосистема. В верхнем плодородном слое имеется сложное сочетание так называемых вибраторов: минеральные частицы, детрит, т.е. мертвое органическое вещество распада животных и растений, включая отходы их жизнедеятельности на разных стадиях разложения, множество живых организмов от редуцентов (грибы, бактерии) до бо-



лее крупных детритофагов (дождевых червей, моллюсков и насекомых), формирующих сложную пищевую цепь, основанную на детрите.

К настоящему времени на эту тему накоплен некоторый материал, например [13], [8], и требуется серьезное изучение имеющейся информации.

Известно [5], что каждому типу почв соответствует своя микробная ассоциация с доминантными формами микроорганизмов. В борьбе за энергию из конкурирующих организмов побеждают те, у которых скорость приращения массы в биохимических реакциях выше. В черноземах – преобладают наиболее энергетически «выгодные» природные структуры, обладающие наибольшим биологическим совершенством. Следует предположить, что условие максимальной скорости приращения массы должно определять и наибольшую скорость деградации черноземов при воздействии различных техногенных ЭМП.

Почвенные микроорганизмы образуют биологическую систему. Электромагнитное поле такой биологической системы можно рассматривать как сложно организованный набор источников полевого излучения, синхронизированных по частоте и фазе. Электромагнитное поле каждого вида ассоциаций микроорганизмов излучается на определенных резонансных частотах, которые являются как бы их частотным «портретом». Техногенные электромагнитные поля, воздействуя на энергетически открытую систему – почву, перестраивают ее резонансные частоты. Это неизбежно способствует изменению типа почвы и, наиболее вероятно, ее деградации.

Деградирующая почвенная область не остается локальной, а вследствие процесса перестройки собственных резонансных частот будет изменять резонансную структуру соседних областей, не подвергавшихся прямому техногенному воздействию. А те, в свою очередь, будут изменять частотные характеристики соседних областей. В результате этого, процесс распространения деградации приобретает характер сходный с волновым процессом.

Понятно, что изучение влияния техногенного ЭМП на биоэлементы агроферы затруднено их сложной структурой, а также тем фактом, что почва, являясь биокосной природной системой, имеет очень малую скорость распространения, так называемой, волны деградации, по сравнению со временем жизни одного поколения людей.

Значительное снижение производящей способности почвы с высоким естественным плодородием в результате антропогенного воздействия усугубляется трудностью восстановления ее биологической продуктивности до исходного уровня. Основными причинами упомянутых трудностей являются:

- 1) длительность процесса создания полного естественного плодородия данных почв, у которых гумусовый профиль формировался в течение тысячелетий;
- 2) биоценоз в случае его разрушения тем сложнее и труднее воспроизводить, чем плодороднее и развитее почва, на которой он сформировался. Кроме того, процесс восстановления идет, как правило, менее полно.

В данной работе, как и в предыдущих [1], [2], [3], была сделана попытка прояснить механизм воздействия техногенного ЭМП на почвенные струк-

туры, например такого, как поле высоковольтных линий передачи. Даже приведенная ограниченная информация о влиянии техногенных электромагнитных воздействий на биологические структуры почв указывает на существование серьезной опасности нанесения недопустимого ущерба этой части биосферы в зоне интенсивных электромагнитных воздействий.

Очевидна необходимость развития работ по изучению механизмов взаимодействия электромагнитной обстановки и почвенных процессов в силу их исключительной важности для цивилизации. Обозначенные вопросы должны оказаться в поле зрения специалистов, занимающихся проблемой ЭМС – электромагнитной совместимости – в ее широком понимании.

### Список литературы

1. Бахарева Н.П. Агроеффекты техногенных электромагнитных полей.// Сборник докладов пятой российской научно-технической конференции “Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов». Санкт-Петербург, 1998, с.651-657.
2. Бахарева Н.П., Бахарев М.О. Механизм возникновения агроэффектов от техногенных электромагнитных полей.// Сборник докладов шестой российской научно-технической конференции «Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов». Санкт-Петербург, 2000, с. 534-537.
3. Бахарева Н.П., Бахарев М.О. О деградации почв при воздействии ЭМП.// Электромагнитные поля и здоровье человека. Материалы второй международной конференции «Проблемы электромагнитной безопасности человека. Фундаментальные и прикладные исследования. Нормирование эмп: философия, критерии и гармонизация» Москва, 20 – 24 сентября 1999 г., с.49 – 50.
4. Вайнштейн Л.А. Электромагнитные волны. – М.: АСТ, 1988. – 440 с.
5. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. – М.: Наука, 1990. 261 с.
6. Захарченко А.В., Тучак В.Н., Карташев А.Г. Влияние переменных электрических полей промышленной частоты ЛЭП-500 на элементы биогеоценоза.// Электронная обработка материалов, № 3, 1987, с.64-65.
7. Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1985, 181с.
8. Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях. Новосибирск: Наука. 1981. 145с.
9. Карташев А.Г., Плеханов А.Ф. Экологическая оценка ЛЭП.// Тезисы 3-его Всесоюзного Симпозиума по атмосферному электричеству. Тарту, 1986. с. 99.
10. Мессерман Д.Г., Морозов Ю.А., Перельман Л.С. Исследование электрического поля и тока в водоемах, пересекаемых линиями электропередачи сверхвысокого напряжения.// Электрические свойства гидробионтов. М. Изд. АН СССР. 1988, с. 314 – 322.
11. Морс Ф., Фешбах Г., Методы теоретической физики, пер. с англ., тт 1-2, М., 1958- 60.
12. Фельд Я.Н. Общая теорема взаимности в теории приема – передающих антенн.// Доклады Академии Наук СССР, том 48, № 7, с. 503 – 505.
13. Шноль С.Э., Коломбет В.А., Удальцова Н.В., Бодрова Н.Б. Дискретные макроскопические флуктуации в процессах разной природы. // Биофизика. 1989. т. 34, вып. 4. С. 711-722.

# СИНТЕЗ МИКРОПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ АДсорбЕНТОВ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИЕЙ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

***Богданович Н.И.***

зав. кафедрой химии и химических технологий, д.т.н., профессор,  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,  
Россия, г. Архангельск

***Романенко К.А.***

магистрант 2 года обучения кафедры химии и химических технологий,  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,  
Россия, г. Архангельск

***Шутова А.А.***

магистрант 1 года обучения кафедры химии и химических технологий,  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,  
Россия, г. Архангельск

В статье показана возможность и условия синтеза микропористых углеродных адсорбентов методом термохимической активации. Приведено влияние температур предпиролиза и термохимической активации, а также дозировки активирующего агента на выход и адсорбционные свойства активного угля.

*Ключевые слова:* адсорбенты углеродные, активация термохимическая, уголь активный, эксперимент планированный.

В условиях постоянного нарастания загрязнений в окружающей среде, быстрыми темпами растет потребление различных фильтрующих веществ. Наиболее распространенными и эффективными фильтрами являются фильтры на основе активированного угля (углеродных адсорбентов).

Для производства углеродных адсорбентов (УА) с развитой и однородной пористой структурой все большее применение находит термохимическое активирование (ТХА) [1].

Задачей эксперимента являлось выявить влияние дозировки активирующего агента на формирование пористой структуры, а также на адсорбционную активность. Для достижения поставленной задачи был реализован планированный эксперимент, а именно, центральный композиционный рототабельный униформ – план для трех факторов.

В качестве исходного сырья использовали еловые опилки. На первом этапе провели предпиролиз (П/П) сырья при заданном интервале температур, в результате которого сформировалась первичная пористая структура угля-сырца. Затем провели активацию угля-сырца, используя в качестве активирующего агента гидроксид калия [2].

Адсорбционные свойства активных углей оценивали по адсорбции йода ( $I_2$ ) и метиленового голубого (МГ) из стандартных водных растворов. По-

лученные экспериментальные данные были использованы для построения поверхностей отклика, которые наглядно демонстрируют влияние режимных параметров на выход, удельную поверхность, адсорбционную активность активных углей. В таблице представлены сравнительные данные некоторых образцов углей (ОП) с требованиями ГОСТ.

Таблица

**Сравнительные данные АУ с требованиями ГОСТ**

Наименование образца	Условия получения			Сорбция по йоду, мг/г	Сорбция по МГ, мг/г
	Т <sub>п/п</sub> , °С	Т <sub>ТХА</sub> , °С	D, г/г		
ОП – 4	460	710	120	2220,0	960,0
ОП – 8	460	710	180	2480,0	1455,0
ОП – 14	400	650	200	2160,0	1310,0
ОП – 20	400	650	150	2040,0	975,0
Требования ГОСТ				800,0	225,0

Как видно из таблицы адсорбционные свойства полученных образцов превышают требования ГОСТ в 3 и более раза.

На рисунке 1 представлены поверхности отклика выхода АУ.

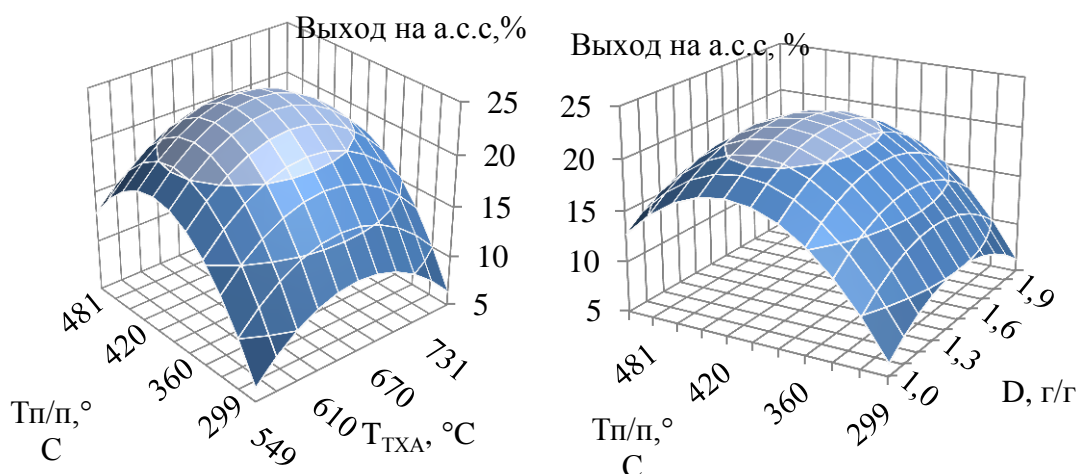


Рис. 1. Влияние режимных параметров на выход АУ

Анализ графических зависимостей показывает, что с повышением температуры предпиролиза в интервале 380 – 420 °С и температуры термохимической активации в интервале 640 – 700 °С значение выхода проходит через оптимум. Дозировка активирующего агента значительного влияния не оказывает.

Наиболее высокая активность АУ по метиленовому голубому (рис. 2) достигается при наивысших температурах предпиролиза и термохимической активации. Увеличение дозировки активирующего агента целесообразно при максимальной и минимальной температуре предпиролиза. При повышении температуры предпиролиза адсорбционные свойства по МГ проходят через минимум.

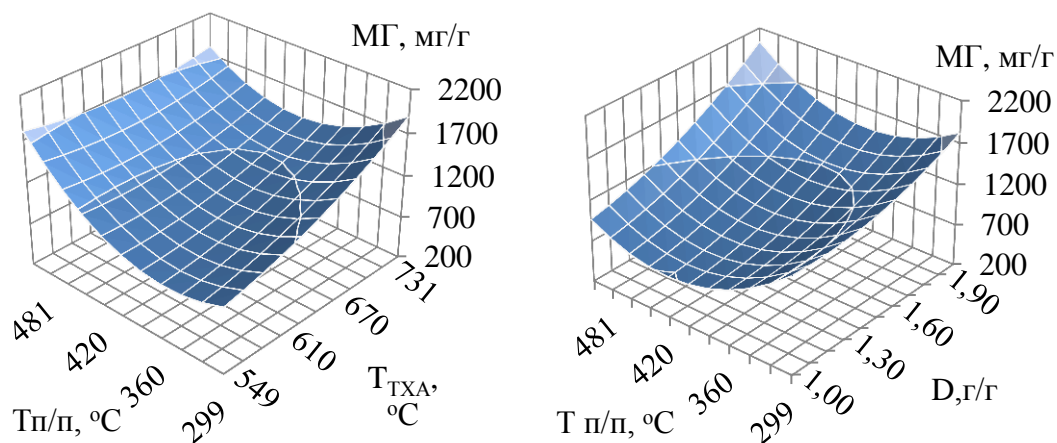


Рис. 2. Влияние режимных параметров на адсорбционные свойства по МГ

Важными характеристиками углеродных адсорбентов, а также других наноструктурированных пористых и высокодисперсных материалов являются удельная поверхность ( $S_{уд.}$ ), размер и объем пор. Определение удельной поверхности чаще всего основано на измерении количества газа-адсорбата, адсорбирующегося на поверхности исследуемого адсорбента при различных относительных парциальных давлениях  $P/P_0$ . Для практической реализации данной методики обычно используются адсорбционные волюметрические (измерение объема) анализаторы, основанные на методе низкотемпературной адсорбции азота, при его температуре кипения  $t = 77$  К. В настоящей работе исследование пористой структуры полученных адсорбентов проводили на анализаторе удельной поверхности ASAP 2020MP.

По полученным экспериментальным данным рассчитаны уравнения регрессии, использованные для построения графических зависимостей – поверхностей отклика (рис. 3), показывающих характер зависимости выходных параметров от режимных параметров получения АУ.

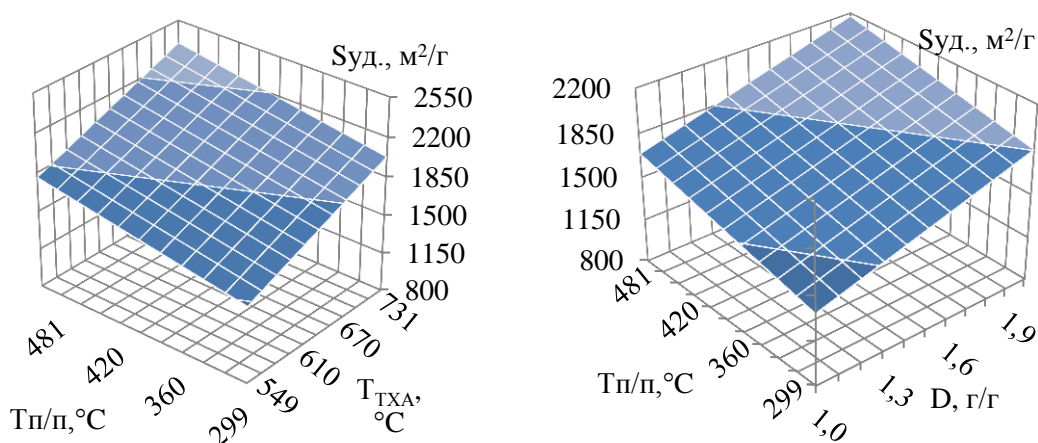


Рис. 3. Влияние режимных параметров на формирование удельной поверхности АУ



Расход гидроксида калия, а также повышение температур предпиролиза и термохимической активации опилок оказывают линейное и положительное влияние на формирование удельной поверхности синтезируемых активных углей.

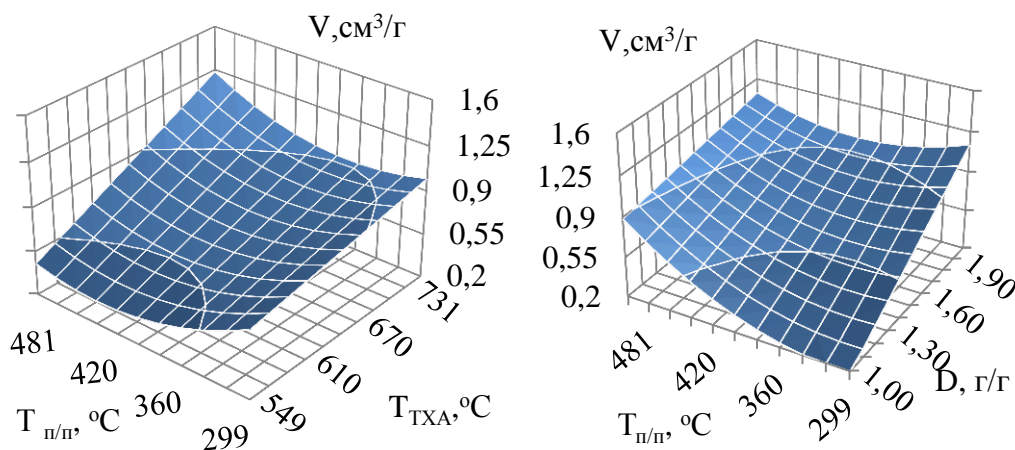


Рис. 4. Влияние режимных параметров на объем микропор

Сравнение поверхностей отклика, представленных на рисунках 3 и 4, свидетельствует об их идентичности, а значит можно утверждать, что удельная поверхность формируется за счет образования микропор.

По результатам экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

- максимальный выход активного угля достигается при  $T_{п/п} = 380 - 420$  °C,  $T_{тха} = 640-700$  °C,  $D = 1,3 - 1,6$  г/г ;
- уголь с высокими сорбционными свойствами получается при максимальных значениях всех режимных параметров, а именно  $T_{п/п}$ ,  $T_{тха}$ ,  $D$ ;
- характер зависимости формирования удельной поверхности АУ от режимных параметров процесса одинаков с характером формирования сорбционных свойств, следовательно, уголь с высокой удельной поверхностью будет получен при максимальных температурах предпиролиза и термохимической активации, а также дозировки гидроксида калия.

#### Список литературы

1. Бубнова А.И., Богданович Н.И., Романенко К.А. Углеродные адсорбенты термохимической активацией коры ели // ЕСУ. – 2014. – №7. – С.32-34.
2. Романенко К.А., Белецкая М.Г., Богданович Н.И., Канарский А.В. Влияние термохимической активации гидролизного лигнина с гидроксидом калия на свойства углеродных адсорбентов // Вестник технологического университета. – Казань: КНИТУ. – 2015. – Т.18, №3. – С. 94 – 97.

# ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖИТЕЛЕЙ КАПУСТОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

**Васильев А.О.**

доцент кафедры технического сервиса, канд. техн. наук,  
Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,  
Россия, г. Чебоксары

**Андреев Р.В.**

старший преподаватель кафедры технического сервиса, канд. техн. наук,  
Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,  
Россия, г. Чебоксары

**Алатырев С.С.**

профессор кафедры транспортно-технологических машин и комплексов,  
д.т.н, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,  
Россия, г. Чебоксары

Рассмотрен метод повышения качественных показателей работы капустоуборочной машины путем совершенствования ее движителей за счет выбора опорных колес разной марки с оптимальными параметрами. Представлено теоретическое обоснование параметров колес и результаты экспериментальной проверки теоретических положений.

*Ключевые слова:* капустоуборочная машина, оптимизация движителей.

Качество работы машин для уборки капусты находится в непосредственной зависимости от устойчивости ее движения в междурядье. Так, выходящие за допустимые пределы отклонения рабочего органа от ряда капусты приводят к потерям и частичному повреждению кочанов капусты во время уборки. К тому же, кочерыга, срезанная ножом под некоторым углом, легко может травмировать другие кочаны при падении на них с элеватора. Увеличивается также загрязненность товарной продукции, т.е. ухудшаются качественные показатели работы машины в целом [1].

Поэтому повышение устойчивости хода капустоуборочной машины в междурядье является актуальной задачей при создании перспективных капустоуборочных машин.

Для установления физической сущности неустойчивости движения капустоуборочной машины определим сумму моментов всех сил относительно точки прицепа С, находящейся на серье трактора, т.е.

$$\sum M_C(F_k) = R_L \cdot l_L - R_R \cdot l_R - R_C \cdot l_C + (F_{T1} + F_{T2}) \cdot L, \quad (1)$$

где  $l_L, l_R, L, l_C$  – плечи сил  $R_L, R_R, F_{T1} + F_{T2}$  и  $R_C$  соответственно, м;  
 $F_{T1}, F_{T2}$  – силы сопротивления почвы боковому сдвигу колес, Н;  
 $R_L, R_R$  – силы сопротивления перекатыванию левого и правого колес, Н;  
 $R_C$  – сила сопротивления режущего аппарата машины, Н.

Для равномерного поступательного движения капустоуборочной машины в междурядье должно выполняться условие:

$$\sum M_C(F_k) = 0. \quad (2)$$

Объединяя (2) и (3), получаем:

$$R_L = \frac{R_C \cdot l_C + R_R \cdot l_R - (F_{T1} + F_{T2}) \cdot L}{l_L}.$$

Пока агрегат движется устойчиво вдоль оси рядка, значение  $F_{T1} + F_{T2}$  будет ничтожным, поскольку бокового увода колес в этом случае не происходит.

Тогда с учетом  $l_L = 0,7$  м,  $l_R = 1,4$  м,  $l_C = 1,75$  м:

$$R_L = 2,5R_C + 2R_R. \quad (3)$$

В случае установки на капустоуборочную машину одинаковых колес и при равных нормальных нагрузках на них, силы  $R_L$  и  $R_R$  (здесь и далее индексы L и R относятся соответственно к левому и правому колесам) становятся близкими по значению, что не может соответствовать выражению (3), следовательно, на агрегат начнет действовать разворачивающий момент, под действием которого произойдет его поворот относительно точки прицепа С на некоторый угол. Для качественного выполнения технологического процесса уборки капусты необходимо также стремиться к тому, чтобы условие равновесия наступило при ничтожно малых значениях угла поворота, так как при этом режущий аппарат имеет минимальное отклонение от ряда капусты.

Одним из путей выполнения этого условия является создание различных значений сил сопротивления качению опорных колес. При асимметричном расположении колес капустоуборочной машины это возможно путем установления оптимального соотношения  $R_L$  и  $R_R$ . Наиболее простым способом добиться этого является выбор оптимальных размеров опорных колес, обеспечивающих такое соотношение [2]. Этим обеспечивается устойчивость движения машины по заданному курсу. Уравнение моментов всех сил, приложенных к колесу, относительно точки О будет выглядеть следующим образом (рисунок 1):

$$\sum M_O(F_k) = -Rr_D + Nc = -Rr_D + Pc, \quad (4)$$

где  $R$  – сила сопротивления перекачиванию опорного колеса, Н;

$r_D$  – динамический радиус колеса, м;

$r$  – радиус опорного колеса, м;

$c$  – коэффициент трения качения опорного колеса;

$P$  – нормальная нагрузка колеса ( $P=N$ ), Н.

В случае равномерного движения колеса

$$\sum M_O(F_k) = 0. \quad (5)$$

Путем объединения выражений (4) и (5) и подстановки данных получаем зависимость силы перекачивания  $Q$ , приложенной на опорное колесо машины от параметров, нормальной нагрузки на колесо и твердости почвы:

$$Q = R = \frac{Pc}{r \sqrt{1 - \left( \frac{P}{0,5\pi brV} \right)^2}}, \quad (6)$$

где  $V$  – твердость почвы.

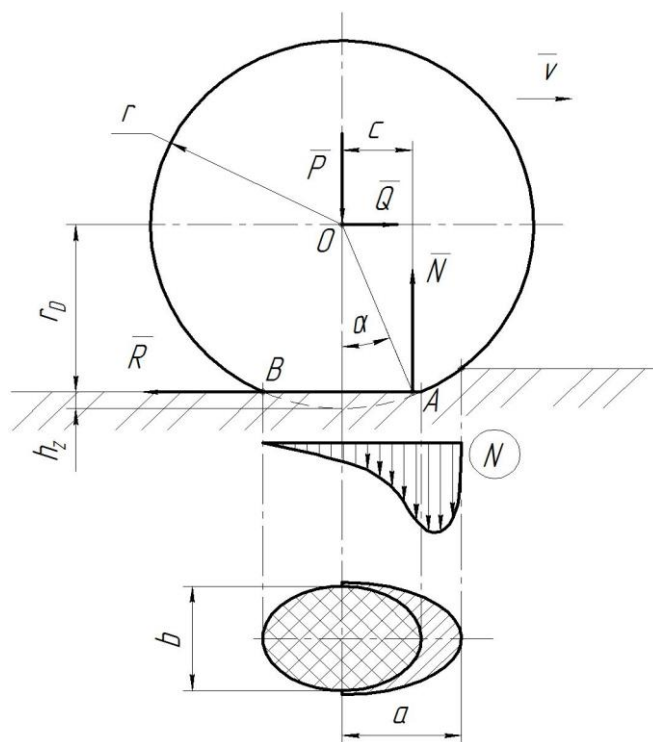


Рис. 1. Схема взаимодействия опорного колеса капустоуборочной машины с почвой

Зависимость (5) представлена в виде диаграммы (рисунок 2).

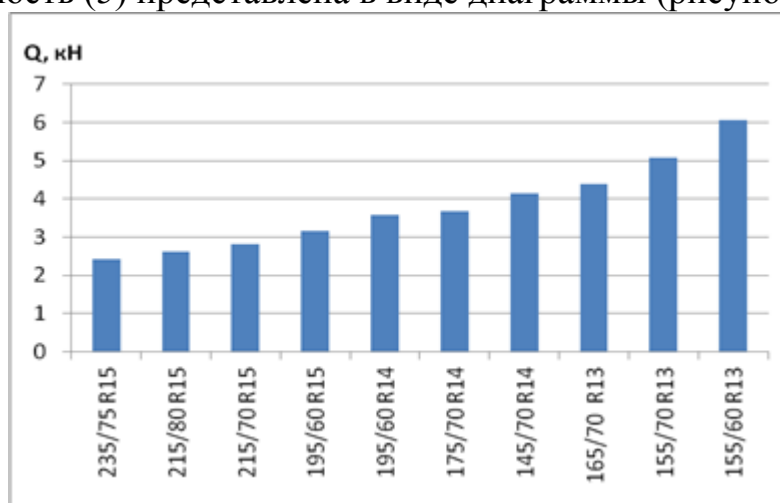


Рис. 2. Диаграмма зависимости силы сопротивления качению движителя от модели покрышки

Сила, необходимая для перекатывания опорного колеса зависит, в первую очередь, от его радиуса и ширины [3]. Выбираем наиболее подходящие колеса из стандартного ряда. Методом подбора определяем наиболее рациональные параметры левого опорного колеса. Таковым является колесо 185/70 R14. Ее параметры: радиус  $r=310$  мм, ширина  $b=185$  мм.

#### Список литературы

1. Алатырев С. С., Тончева Н. Н., Григорьев А.О., Савеличев К.А., Алатырева И. С., Андреев Р.В., Васильев А.О. Малогабаритный капустоуборочный комбайн – эффективное техническое средство для современного овощеводства //Тракторы и сельхозмашины. – №3-М., 2010. – С.14-17.
2. Васильев, А.О. Алатырев С.С. Совершенствование опорно-ходовой системы ка-

пустоуборочной машины //Сельский механизатор. – №1. – М., 2013. – С. 8-10.

3. Патент №2450504 РФ Капустоуборочная машина /Васильев А.О., Андреев Р.В., Чебоксарова А.В., Алатырев С.С. – №2010136615/13; Заявлено 31.08.2010; Опубл. 20.05.2012. Бюл. №14. – 6 с.

## СОЗДАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ WINDOWS COMMUNICATION FOUNDATION НА ЯЗЫКЕ C#

*Воронков В.В., Лоскутова А.А., Баландин В.А., Беззатеев И.А.*  
магистранты ст. гр. 15ВВм1,  
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

В статье рассматривается платформа Windows Communication Foundation в качестве основы для создания распределенных приложений, что позволяет уменьшить сложность и увеличить эффективность разработки.

*Ключевые слова:* распределенное приложение, Windows Communication Foundation, web-служба, передача данных, C#.

В настоящее время все более актуальной становится задача создания распределенных приложений. Как правило, применение распределенных приложений обусловлено ограниченными аппаратными возможностями в пределах одной системы. Крупные проекты требуют огромной вычислительной мощности, которой не удастся достичь, используя лишь одну ЭВМ.

Краеугольным камнем создания распределенных приложений является организация взаимодействия между модулями приложения. Разработка эффективного протокола взаимодействия является трудоемкой задачей, поскольку помимо разработки интерфейсных методов приходится заниматься организацией передаваемых данных (определение формата данных) и выбором механизма передачи данных. Это требует значительных затрат времени и соответствующей квалификации разработчика.

Возможным решением данной проблемы является использование программной платформы Windows Communication Foundation (WCF) для взаимодействия между модулями распределенного приложения. WCF инкапсулирует в себе технологии взаимодействия, предоставляя разработчикам удобные инструменты разработки. Реализация взаимодействия при помощи WCF основывается на применении высокоуровневых объектов, web-служб.

Одним из наиболее часто используемых способов взаимодействия является клиент-серверное (рисунок).



Рис. Схема клиент-серверного взаимодействия

Как видно из рисунка, роль сервера играет WCF-служба. В более широком смысле WCF-служба – это модуль распределенного приложения, предоставляющий некоторые функции другим модулям. Соответственно, WCF-клиент – модуль, использующий такие функции. Один и тот же модуль может быть и клиентом, и службой одновременно. Более того, в одном модуле может быть сосредоточено неограниченное количество экземпляров служб и клиентов благодаря механизму конечных точек (Endpoint).

Для реализации WCF-службы в языке C#, необходимо сначала определить интерфейс взаимодействия (контракт). Для этого используются такие атрибуты, как ServiceContract и OperationContract:

```
[ServiceContract]
interface WcfContract
{
    [OperationContract]
    string GetName( int id );
    [OperationContract]
    int AddItem( string Name );
}
```

Затем, на основе контракта разрабатывается класс, который и будет выступать в роли WCF-службы. Для создания такого класса необходимо сначала решить, каким образом будет происходить диспетчеризация заявок. Возможны несколько вариантов [1, с. 170]. В рамках данной статьи будем использовать модель, в которой один объект класса обрабатывает все поступающие заявки в несколько потоков. Пример такой WCF-службы приведен далее:

```
[ServiceBehavior(
    InstanceContextMode = InstanceContextMode.Single,
    ConcurrencyMode = ConcurrencyMode.Multiple
)]
class WcfService : WcfContract
{
    ConcurrentDictionary<int, string> Pool;
    int CurrentId = 0;
    public string GetName( int Id )
    {
        return Pool[Id];
    }
    public int AddItem( string Name )
    {
        int Id;
        lock ( this ) { Id = ++CurrentId; }
        Pool[Id] = Name;
        return Id;
    }
}
```



Для запуска WCF-службы необходимо выбрать привязку (Binding), которая по своей сути является способом передачи данных [1, с. 117]. Для демонстрации работы будет достаточно привязки BasicHttpBinding, реализующей базовую передачу данных по протоколу HTTP.

```
static void Main()
{
    var Service = new WcfService();
    var Host = new ServiceHost( Service );
    Host.AddServiceEndpoint(
        typeof( WcfContract ),
        new BasicHttpBinding(),
        "http://0.0.0.0:8080/TestService"
    );
    Host.Open();
    Console.ReadLine();
    Host.Close();
}
```

На этом разработка веб-службы закончена, осталось лишь воспользоваться реализованными возможностями в клиенте. Для этого необходимо создать соединение со службой (Channel) и просто использовать удаленные методы, как методы локального объекта.

```
static void Main()
{
    var Factory = new ChannelFactory<WcfContract>(
        new BasicHttpBinding(),
        "http://127.0.0.1:8080/TestService"
    );
    var Channel = Factory.CreateChannel();
    var Id = Channel.AddItem( "Тестовая запись" );
    var Name = Channel.GetName( Id );
    Console.WriteLine( Id.ToString() + " " + Name ); // Тестовая запись
    Factory.Close();
}
```

В результате получен работоспособный образец распределенного приложения, взаимодействие между частями которого осуществляется при помощи WCF. К несомненным достоинствам данного метода можно отнести простоту и эффективность решения, легкость освоения.

#### Список литературы

1. Стив Резник, Ричард Крейн, Крис Боуэн. Основы Windows Communication Foundation для .NET Framework 3.5: Пер. с англ. Слинкина А. А. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 480 с.

# АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ В КАБЕЛЕ ПОМЕХ ВЫЗВАННЫХ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ

*Галкин С.Ю., Карпова Н.М.*

бакалавры по направлению прикладная информатика,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом возникновения в кабеле помех вызванных магнитными полями.

*Ключевые слова:* магнитные поля, высокочастотный кабель, токонесущие провода.

Осуществим анализ механизма возникновения в кабеле помех, вызванных воздействием мешающего магнитного поля. Взаимодействие двух проводов в магнитном поле можно проанализировать с помощью теории магнитного поля [1-5]. Согласно закону полного тока:

$$\int_0^{2\pi r} \mathbf{H} ds = I,$$

где:  $\mathbf{H}$  – напряженность магнитного поля вокруг провода, по которому протекает ток  $I$ .

На расстоянии  $r$  от токонесущего провода напряженность равна [6-8]:

$$H = I(2\pi r)^{-1}, \text{ А/м.}$$

Магнитное поле, образующееся вокруг токонесущего провода 1, охватывает провод 2 (рис. 1). Механизм магнитной связи можно описать законом Фарадея [9, 10]:

$$\int \mathbf{E} ds = -\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt} = U,$$

где:  $E$  – напряженность электрического поля, В/м;  $U$  – напряжение, индуцированное в цепи, образованной проводами 2 – 3;

$$\Phi = \int \mathbf{B} dS \tag{1}$$

- магнитный поток, пересекающий петлю площадью  $S$ , образованную проводами 2 – 3;  $B = \mu H$ ;  $\mu$  – магнитная проницаемость среды [11, 12].

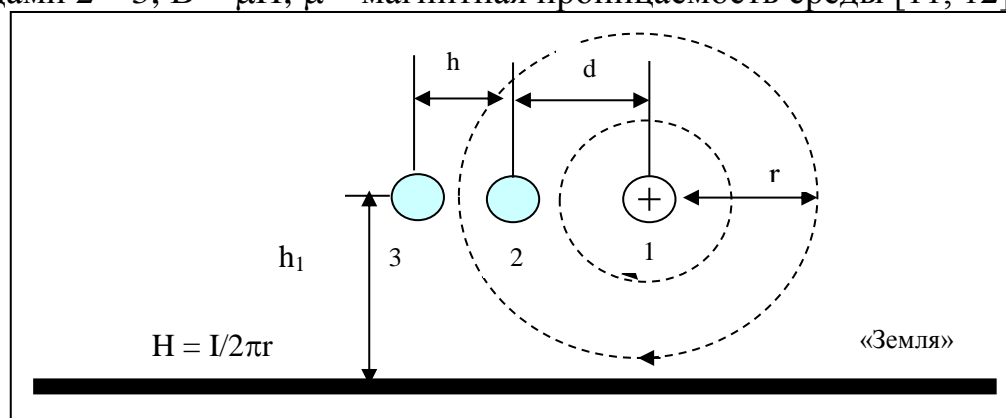


Рис. Геометрическая интерпретация магнитной связи между «рабочими» проводами (провод 2 и 3) и источником помех (провод 1)

Определим напряжение, наводимое в цепи 2 – 3, считая, что длина проводов 2 и 3 равна L. Воспользовавшись результатами [13, 14] и опуская промежуточные рассуждения, приняв  $h = h_1$ , подставив в уравнение (1) пределы интегрирования запишем:

$$\Phi = \int_d^{d+h} BLdr = \mu L \int_d^{d+h} Hdr = \frac{\mu LI}{2\pi} \int_d^{d+h} \frac{dr}{r} = \frac{\mu LI}{2\pi} \text{Log}\left(\frac{d+h}{d}\right);$$

Тогда:

$$U = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu L}{2\pi} \text{Log}\left(\frac{d+h}{d}\right) \frac{dI}{dt} = -\mu L f I \text{Log}\left(\frac{d+h}{d}\right), \quad (2)$$

где:

$$\left|\frac{dI}{dt}\right| = \left|\frac{d}{dt} (I \cos \omega t)\right| = \omega I = 2\pi f I.$$

Анализ уравнения (2) показывает, что наведенное в рассматриваемой цепи напряжение будет возрастать с ростом величины магнитной проницаемости  $\mu$ , длины цепи L, силы тока I и его частоты f. Наведенное напряжение будет уменьшаться при удалении (разнесении) проводов 2 – 3 от источника помех.

Опуская промежуточные преобразования, воспользовавшись результатами [14], запишем, что переходное затухание или коэффициент связи  $K_{\text{св.м}}$  между источником помех и «рабочими» проводами может быть определено как:

$$K_{\text{св.м}} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_{22} \mu L f}{(Z_{12} + Z_{22} + j\omega L_2)(Z_{11} + Z_{21} + j\omega L_1)} \times \text{Log}\left(\frac{d+h}{d}\right), \quad (3)$$

где:  $U_1$  – напряжение источника энергии (помех) линии 1;  $U_2$  – напряжение, наводимое в «рабочей» линии 2 из-за магнитной связи;  $Z_{11}$ ,  $Z_{21}$  – соответственно, внутреннее сопротивление источника напряжения помех и «рабочей» линии;  $Z_{12}$ ,  $Z_{22}$  – соответственно, полное сопротивление цепи источника помех и «рабочей» линии;  $L_1$ ,  $L_2$  – соответственно, индуктивность цепи источника помех и «рабочей» линии.

На низких и высоких частотах, при определенных допущениях, уравнение (3) может быть представлено в виде:

- при  $\omega L_{\text{инд}} \ll 2Z$

$$K_{\text{св.м}} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{\mu L f}{4Z} \text{Log}\left(\frac{d+h}{d}\right); \quad (4)$$

- при  $\omega L_{\text{инд}} \gg 2Z$ , без учета фазы

$$K_{\text{св.м}} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z \mu L}{4\pi^2 f L_{\text{инд}}^2} \text{Log}\left(\frac{d+h}{d}\right), \quad (5)$$

где:  $L_{\text{инд}} = L_1 = L_2$ ;  $Z \approx Z_1 \approx Z_2$ .

Анализируя (2)-(4) можно прийти к выводу, что для уменьшения магнитной связи между «рабочим» проводом и источником помех необходимо:

- уменьшить напряжение источника помех или ток в цепи 1;
- уменьшить длину линии  $L$  и (или) расстояние между проводами  $h$ ;
- максимально разнести цепи 1 и 2, так, чтобы для уравнения (3) выполнялись условия:  $d \gg h$  и  $\text{Log}[(d + h)/d] \rightarrow \text{Ln } 1 = 0$ ;
- максимально понизить частоту передаваемых сигналов;
- экранировать «рабочий» провод магнитным экраном с высокой проницаемостью.

Следует заметить, что из-за низкой магнитной проницаемости типовые экраны, используемые для экранировки от электрических полей высокой частоты, не экранируют магнитные поля [15]. Экраны из ферритовых материалов уменьшают магнитное поле, так как обладают низким сопротивлением для магнитного потока. Для частот ниже 10 кГц степень магнитного экранирования, обеспечиваемого цилиндрическим экраном, выполненным из магнитопроницаемого материала и помещенным вокруг одной или нескольких пар проводов, при  $(\mu_3 h_3 / 2r_3) \gg 1$ , может быть определена выражением:

$$H \approx 20 \text{Log}(\mu_3 t / 2r_3), \text{ дБ}, \quad (6)$$

где:  $\mu_3$  – относительная проницаемость магнитного экрана;  $h_3$  – толщина экрана;  $r_3$  – внешний радиус экрана.

Из представленного выражения (6) видно, что эффективность экранирования возрастает с увеличением толщины экрана.

Таким образом, осуществлен анализ механизма возникновения в кабеле помех, вызванных воздействием мешающего магнитного поля. Показаны пути уменьшения влияния магнитных помех при воздействии источника электромагнитных помех на «рабочий» кабель.

#### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2005. – №3. – С.20-27.
2. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. Т.5. №1. С.19-23.
3. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., – 2005. – 150 с.
4. Артюшенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., – 2011. – 110 с.
5. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASnet [Текст] / В.М. Артюшенко, О.Д. Шелухин / Монография / Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артюшенко, – М., ГОУ ВПО «МГУС», – 2006. – 138 с.
6. Artyushenko V. M., Volovach V. I. Threshold method of measurement of extended objects speed of radio engineering devices of short-range detection // Proceedings of IEEE East-

West Design & Test Symposium (EWDTs'2014). Kiev, Ukraine, September 26-29, 2014 – 2014. KNURE, Kharkov. – PP. 220-223.

7. Артюшенко, В. М. Статистические характеристики сигналов и помех радиотехнических устройств ближнего действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач, В.В. Иванов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т.57. – №7. – С.46–50.

8. Артюшенко, В. М. Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоковым кодированием [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №4. С.3 – 6.

9. Артюшенко, В. М. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №2. С.10 – 17.

10. Артюшенко, В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №2. С.18 – 24.

11. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.

12. Артюшенко, В. М. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. Т.5. №3. С.3 – 11.

13. Артюшенко, В. М. Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. – М., 2010. – 98 с.

14. Артюшенко, В. М. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электрического оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, А.В. Маленкин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2008. Т.4. №1-2. С.29 – 32.

15. Артюшенко, В. М. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3. – №3. – С.20 – 23.

## **О СТРУКТУРЕ КУРСА «ИНТЕРНЕТ И МУЛЬТИМЕДИА ТЕХНОЛОГИИ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ЛИНГВИСТИКА**

*Духовникова И.Ю.*

старший преподаватель кафедры математики и ИТ,  
Педагогический институт, Тихоокеанский государственный университет,  
Россия, г. Хабаровск

В статье рассматривается вариант построения структуры курса «Интернет и мультимедиа технологии» с учетом особенностей подготовки студентов направления лингвистика. Приводится лабораторная работа, в которой в полной мере отображена специфика данного курса.

*Ключевые слова:* интернет технологии, мультимедиа технологии, структура курса, специфика подготовки.

В настоящее время является актуальной разработка методических и дидактических материалов к курсу «Интернет и мультимедиа технологии», в связи с тем, что данный курс изучается студентами разных направлений подготовки:

- Педагогическое образование, профиль история,
- Педагогическое образование, профиль математика и информатика,
- Психология,
- Лингвистика и др.

Структуру курса «Интернет и мультимедиа технологии» для данных направлений, как правило, содержит разделы «Компьютерные сети», «Интернет технологии» и «Мультимедиа технологии», включая лекции и лабораторные работы.

Краткое содержание разделов дисциплины:

1. «Компьютерные сети». Данный раздел является обычным для студентов любого направления и включает в себя: основы сетевых технологий; локальные вычислительные сети; структурообразующее оборудование компьютерных сетей; защита информации в сетях.

2. «Интернет технологии», являясь логическим продолжением первого раздела, включает в себя: сервисы и ресурсы Internet/Intranet; представление информации в сети Интернет. Именно при изучении данного раздела начинает проявляться специфика для студентов направления подготовки лингвистика. Важно обратить внимание на то, что им приходится работать с большими объемами информации в глобальных компьютерных сетях, с электронными онлайн-переводчиками и словарями, различными электронными библиотеками и другими электронными ресурсами для решения лингвистических задач.

3. «Мультимедиа технологии» включает в себя: мультимедиа информация – стандарты и средства представления и хранения; стандарты и средства компьютерного представления текстов; стандарты и средства компьютерного представления аудиоинформации; стандарты и средства компьютерного представления видеоинформации; стандарты и средства представления сценариев (скриптов) работы с мультимедиа информацией.

Исходя из специфики подготовки студентов, для более углубленного понимания курса, были разработаны лабораторные работы. В их число могут входить и работы разработанные Н.А. Шуликой и Н.П. Табачук в пособии «Информационные технологии» и других авторов [2, с.82-89]. В частности лабораторная работа, представленная в данной статье, которая является сугубо специфической для студентов лингвистов.

Список лабораторных работ кратко представлен ниже.

Лабораторный практикум:

1. Введение в сетевые технологии.

2. Работа с ресурсами в локальной сети. Определение сетевых параметров компьютера. Основы диагностики локальной сети консольными средствами ОС Windows.

3. Настройка IP-адресации и маршрутизации.

4. Электронная почта.

5. Технология поиска информационных ресурсов в сети Интернет.

6. Организация и исследование технологий машинного перевода.

7. Работа с бесплатными онлайн сервисами для создания инфографики и визуализации данных.

8. Полнотекстовые библиотеки в Интернет.

9. Мультимедиа технологии. Основы обработки аудио информации стандартными средствами ОС Windows.

10. Мультимедиа технологии. Основы обработки видео информации стандартными средствами ОС Windows.

11. Средства разработки информационных ресурсов Интернет. Язык HTML.

В заключении хочется представить лабораторную работу «Организация и исследование технологий машинного перевода» в которой в полной мере отображена специфика курса «Интернет и мультимедиа технологии» для студентов направления подготовки лингвистика.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Организация и исследование технологий машинного перевода

Цель: получить практические навыки работы с машинным переводчиком.

#### *Теоретический материал*

Переводом называется процесс и результат создания на основе исходного текста на одном языке равноценного ему в коммуникативном отношении текста на другом языке. Машинный перевод — процесс перевода текстов (письменных, а в идеале и устных) с одного естественного языка на другой полностью специальной компьютерной программой. Так же называется направление научных исследований, связанных с построением подобных систем. Программы для перевода делятся на переводчики (далее мы будем называть их “программы-переводчики”, во избежание путаницы) и словари. Словари также служат для перевода текста, но, исходя из понятия “словарь”, они переводят только по одному слову.

#### *Системы машинного перевода*

- PROMT <http://www.e-prompt.ru/>
- Pragma <http://www.trident.com.ua/>
- TRADOS <http://www.trados.com/>
- DEJA VU <http://www.atril.com/>

#### *On-line сервисы машинного перевода*

- Сервис перевода текстов Google Translate <http://translate.google.com/>
- Online
- Система машинного перевода Babel Fish <http://babelfish.yahoo.com/>



- Online-переводчик компании ПРОМТ <http://www.translate.ru/> Online
  - Языковые инструменты компании Google (перевод текста, сайтов) [http://www.google.ru/language\\_tools](http://www.google.ru/language_tools)
  - Online-переводчик InterTran ( перевод между 29 языками) <http://www.tranexp.com:2000/Translate/result.shtml>
  - Страница с вызовом online-переводчиков различных производителей и иных лингвистических программ <http://translation.langenberg.com/>
- Обзор онлайн-переводчиков:  
[http://www.primavista.ru/rus/articles/online\\_translators\\_part1](http://www.primavista.ru/rus/articles/online_translators_part1)  
[http://www.primavista.ru/rus/articles/online\\_translators\\_part2](http://www.primavista.ru/rus/articles/online_translators_part2)  
[http://www.primavista.ru/rus/articles/online\\_translators\\_part3](http://www.primavista.ru/rus/articles/online_translators_part3)  
[http://www.primavista.ru/rus/articles/online\\_translators\\_part4](http://www.primavista.ru/rus/articles/online_translators_part4)

### **Ход работы**

#### **Задание №1.**

1. Выполните перевод текста с русского языка на язык вашей специализации (английский, немецкий, французский) в трех программах-переводчиках.
2. Наберите текст в окне перевода.
3. Выберите направление перевода.
4. В списке "Тема" укажите тематику переводимого текста (если это требует переводчик). Затем нажмите кнопку "Перевести".
5. Сохраните исходный текст и результат перевода в Вашей папке.

#### **Задание №2.**

Выполните обратный перевод текста на русский язык и сохраните полученный результат.

#### **Задание №3.**

Проведите анализ качества перевода отдельного слова, словосочетания, предложения, связанного текста. Обратите внимание на стилистические особенности перевода.

#### **Задание №4.**

Проведите сравнительный анализ выполненной работы, сделайте соответствующие выводы.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое перевод?
2. Что такое машинный перевод?
3. Перечислите основные критерии электронных словарей
4. Каким образом осуществляется перевод?
5. Перечислите системы машинного перевода
6. Перечислите On-line сервисы машинного перевода
7. Преимущества коллективного использования систем машинного перевода
8. Как улучшить качество перевода?
9. Основные преимущества программ-переводчиков
10. Основные недостатки программ-переводчиков

Таким образом, при составлении курса «Интернет и мультимедиа технологии» была выделена тематика лекций и лабораторных работ с учетом особенностей подготовки студентов направления лингвистика.

#### **Список литературы:**

1. Алексеева, Н.Р. Компьютерные сети, Интернет и мультимедиа технологии: учебно-методический комплекс по дисциплине/ сост. Н.Р.Алексеева, О.В.Данилова – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2009. – 182 с.
2. Шулика, Н.А. Информационные технологии / Н.А. Шулика, Н. П. Табачук. – Хабаровск: Изд-во Дальневосточ. гос. гуманитар. ун-та, 2014. – 92 с.

### **ИННОВАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫТОПКИ ЖИРА ИЗ МЯСОКОСТНОГО СЫРЬЯ**

***Ершова И.Г.***

доцент кафедры «Машиноведение», ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им И.Я. Яковлева»,  
Россия, г. Чебоксары

***Белова М.В.***

докторант кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе»,  
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет»,  
Россия, г. Казань

***Поручиков Д.В.***

аспирант, ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Чебоксары

В статье представлено описание установки для вытопки жира из жиросодержащих костей воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Поточный режим обеспечивается за счет перфорированного цилиндрического ротора и барабана, образующего коаксиальный резонатор.

*Ключевые слова:* жиросодержащие кости, электромагнитное поле сверхвысокой частоты, перфорированный коаксиальный резонатор, перфорированный цилиндрический ротор.

Интенсификация процессов вытопки жира из костей имеет свои особенности. Кость это анизотропно-структурированная твердая ткань, в порах и капиллярах которой находятся клетки костного жира. Для вытопки жира необходимо разрушить клеточную структуру, перевести жир в свободное состояние, затем жир должен диффундировать к поверхности кости. Известно, что у существующих установок для термообработки жиросодержащего сырья с использованием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) [1-4] достаточная большая металлоемкость.

Операционно-технологическая схема выделения расплавленного жира из жиросодержащего сырья, разработанная нами, представлена на рис. 1, на основе этой схемы разработана сверхвысокочастотная установка для вытопки расплавленного жира из жиросодержащего сырья. Она предназначена для

обезжиривания измельченных костей (рис. 2). Установка содержит в своем корпусе перфорированный цилиндрический ротор 2 со сплошным дном. Он закреплен на полом валу 12, установленном на шариковых подшипниках. В перфорированный цилиндрический ротор соосно установлен цилиндрический барабан 3 и шнек 4 с внешней навивкой. Цилиндрический барабан с одной стороны закрыт днищем, а нижняя часть его образующей перфорирована.

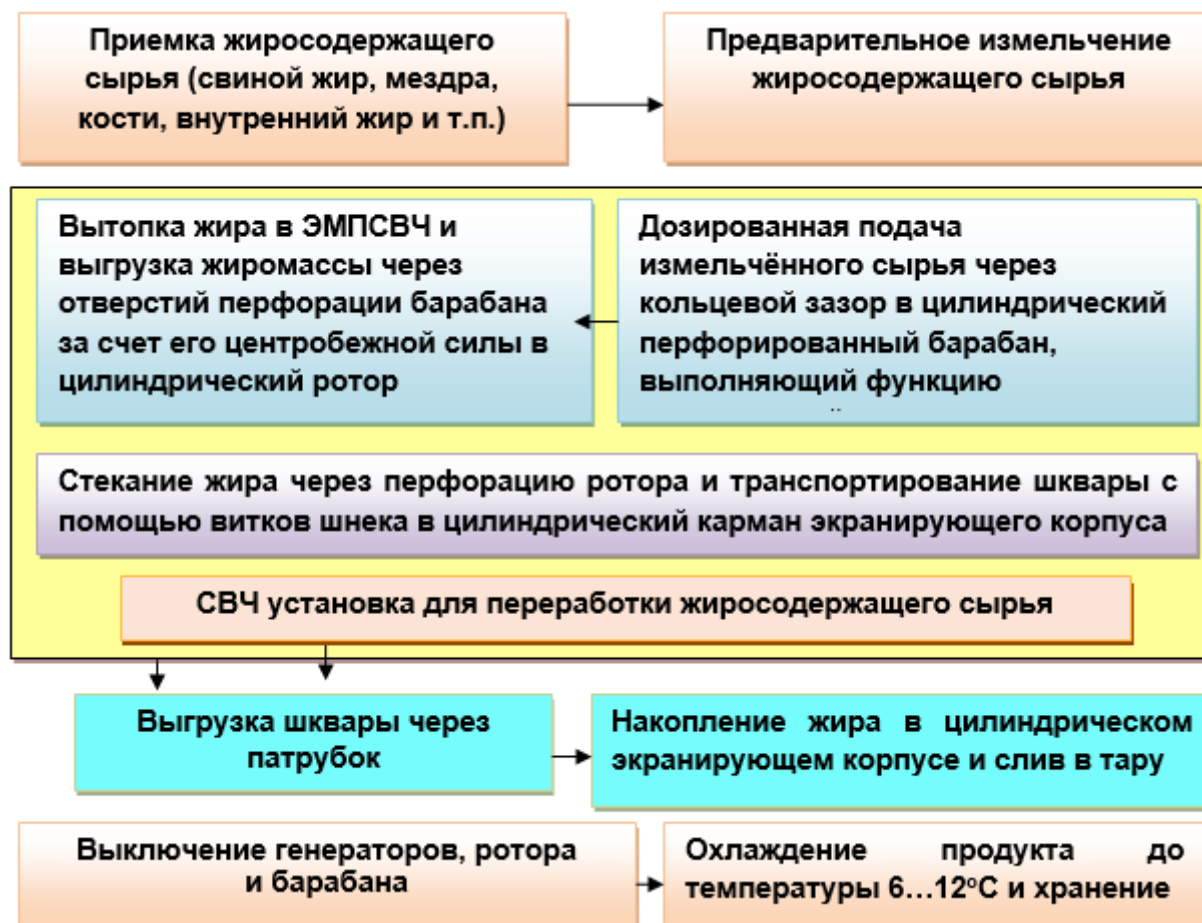


Рис. 1. Операционно-технологическая схема выделения жира из жиросодержащего сырья в СВЧ установке

В полом валу ротора установлен вал 11 барабана и шнека, закрепленный в шариковых подшипниках. Внутри экранирующего корпуса вращается перфорированный цилиндрический ротор, закрепленный на монтажных стойках 13. На них же установлен электродвигатель, от которого приводятся во вращение цилиндрический ротор, барабан и шнек. Частота вращения ротора, барабана и шнека 4 разные (передаточные числа передач разные). Барабан и шнек вращаются в одну сторону. Диаметр перфорации образующей ротора меньше, чем диаметр перфорации нижней части образующей барабана. В центре крышки 5 экранирующего корпуса находится загрузочная емкость 7, выполненная в виде усеченного конуса, без оснований.

Внутри загрузочной емкости 7 соосно расположен ограничитель излучения 8, который выполнен в виде конуса с открытым основанием. Причем зазор между основанием конуса 8 и основанием барабана меньше чем чет-

верть длины волны. Между основанием загрузочной емкости 7 и образующей конусообразного ограничителя излучений 8 имеется кольцевое пространство, ширина зазора которого меньше, чем четверть длины волны. Через этот зазор измельченное сырье попадает в барабан. Над барабаном по периметру кольцевого пространства (между загрузочной емкостью 7 и образующей барабана) установлены сверхвысокочастотные генераторы 6. Они закреплены под экранирующей крышкой 5 на монтажной раме. Барабан выполняет функцию резонаторной камеры. На верхней части цилиндрического экранирующего корпуса имеется патрубок для выгрузки шквары, костной муки. В накопительном канале перемещаются скребки 9 в процессе вращения ротора. Основание корпуса выполнено под наклоном для стекания вытопленного жира к патрубку 14 для отвода жира.

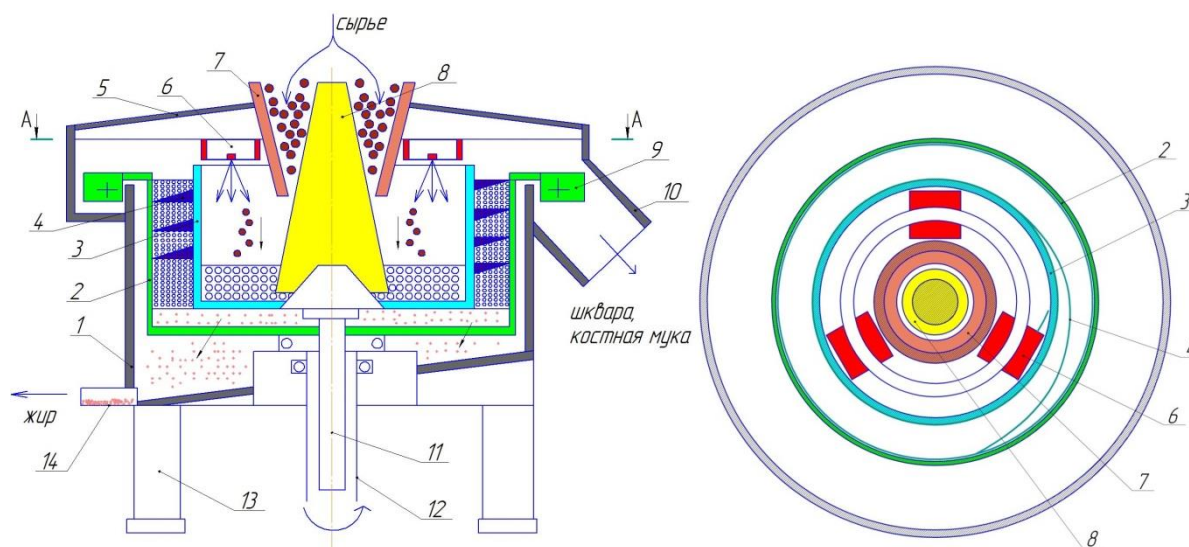


Рис. 2. Схематическое изображение сверхвысокочастотной установки для выделения расплавленного жира из жиросодержащего сырья: а) вид спереди), б) (разрез А-А):

- 1 – экранирующий корпус в виде цилиндра; 2 – перфорированный цилиндрический ротор; 3 – цилиндрический барабан; 4 – шнек; 5 – крышка экранирующего корпуса; 6 – СВЧ генераторный блок с излучателем от магнетрона; 7 – загрузочная емкость; 8 – конусный ограничитель излучения; 9 – скребки; 10 – патрубок для выгрузки продукта;
- 11 – вал барабана и шнека; 12 – полый вал ротора; 13 – монтажная стойка

За счет воздействия в процессе вытопки ЭМП СВЧ высокой напряженности электрического поля обеззараживается не только жир, но и шквара. Качество готового продукта на 3-4 балла выше, чем при использовании базовой технологии вытопки жира из жиросодержащих костей. Эксплуатационные затраты на технологический процесс снизятся до 25 %, а годовой экономический эффект при объеме перерабатываемого сырья 50 т/год составит 120...150 тыс. руб.

**Технические характеристики установки для выделения жира  
из жиросодержащих костей**

Наименование	Параметры
Производительность, кг/ч	30
Частота вращения барабана, об/мин	1000
Частота вращения ротора, об/мин	1040
Частота вращения шнека, об/мин	1000
Конечная температура продукта, °С	90...91
Удельная мощность СВЧ генератора, Вт/г	1,6...2,7
Потребляемая мощность СВЧ генераторов, кВт	3,6,
Мощность привода, кВт	1,0
Удельные энергетические затраты, кВт·ч/кг	0,21

**Список литературы**

1. Патент 2541694 Российская Федерация, МПК С11В 1/12 (2006.01). Установка для термообработки жиросодержащего сырья / И. Г. Ершова, Сорокина М.Г., Белова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В.; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). – № 2013145358/13 (070117); заявл. 09.10.2013; опубл. 20.02.2015, Бюл. № 5. – 6 с.
2. Белова, М. В. Сверхвысокочастотная установка для термообработки мясного сырья / М. В. Белова, И. Г. Ершова, Д. В. Поручиков // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – С. 228...230.
3. Белова, М. В. Многорезонаторная установка для обеззараживания и плавления жира воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты / М. В. Белова, И. Г. Ершова // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф.. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – С. 226 ...228.
4. Белова, М. В. Многорезонаторная установка для плавления жира / А.Г. Самоделкин, Г.В. Новикова, М.В. Белова, И.Г. Ершова, А.А. Белов // Журнал Естественные и технические науки. – 2015, № 6 (84). – С. 507...509.
5. Белова, М. В. Установка для переработки жиросодержащего сырья с СВЧ энергоподводом / М.В. Белова, И.Г. Ершова, М.Г. Сорокина, Г.В. Новикова // Известия Оренбургского ГАУ, 2014, № 1 (45), С. 54...56.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ ДАТЧИКОВ  
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

***Калматов У.А.***

преподаватель, аспирант кафедры «Электроэнергетика»,  
Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова,  
Кыргызстан, г. Бишкек

Данная статья посвящена обзору существующих сенсоров и анализу результатов работ по созданию датчиков для диагностических комплексов электрооборудования.

*Ключевые слова:* техническая диагностика, силовые трансформаторы, твердотельные сенсоры, амперметрический датчик, компоненты газов, мониторинг силового оборудования.

Техническая диагностика энергетического оборудования, в частности, мощных силовых трансформаторов, занимает все более важное место в современной электроэнергетике Кыргызстана. Это продиктовано необходимостью продления срока службы и интервала времени безаварийной работы силовых трансформаторов. На протяжении последних лет в Кыргызской энергосистеме количество вновь вводимого силового электрооборудования неуклонно сокращается. Растет доля изношенного оборудования. В настоящее время срок эксплуатации около 60% трансформаторного парка превысил нормативно установленный.

С увеличением сроков эксплуатации оборудования происходит дальнейшее ухудшение его технических показателей и возрастает риск выхода его из строя. Это, в свою очередь, снижает надежность как самого электрооборудования, так и энергосистемы в целом. По сути, износ оборудования электроэнергетического комплекса Кыргызстана является сегодня одной из ключевых проблем.

Техническая диагностика – это один из способов повышения надежности работы силового электрооборудования, которая позволяет получить объективную оценку его состояния. Однако она не способна отследить быстроразвивающиеся дефекты в отличие от функциональной диагностики (мониторинга), позволяющей наблюдать и прогнозировать развитие дефекта в реальном масштабе времени.

Для мониторинга наиболее ценными являются контролируемые параметры, монотонно изменяющиеся во времени, при этом измеренное значение параметра должно объективно характеризовать наличие развивающегося дефекта или его отсутствие.

Одним из методов функциональной диагностики является непрерывное измерение концентрации растворенных в масле газов с помощью твердотельных сенсоров.

Основными газовыми компонентами, выделяющимися в масляную среду трансформатора, являются: водород ( $H_2$ ); углеводороды: метан ( $CH_4$ ), ацетилен ( $C_2H_2$ ), этилен ( $C_2H_4$ ), этан ( $C_2H_6$ ); кислород ( $O_2$ ); оксиды углерода  $CO$  и  $CO_2$ ; азот ( $N_2$ ). Согласно известным по данным, состав газа связан с появлением определенного вида дефекта (табл. 1).

В настоящее время одним из наиболее эффективных методов выявления развивающихся дефектов является анализ растворенных в масле газов. Этот метод предполагает использование газохроматографического контроля состояния маслonaполненного оборудования. Несмотря на то, что хроматографическим методом контроля трансформаторов высокого напряжения 35 кВ и выше в энергосистемах удастся значительно сократить число аварий, этот метод все же имеет ряд недостатков. В связи с быстрым развитием повреждений витковой изоляции ее предпробивное состояние периодически

хроматографическим контролем практически не выявляется. Кроме того, метод может быть реализован только в условиях специально оборудованных физико-химических лабораторий.

Таблица 1

**Зависимость характеристики дефекта от состава газовой компоненты**

Состав растворенных в масле газов	Вероятные причины появления газов
CO <sub>2</sub> , CO	Трансформатор перегружен; высокая влажность масла; термический дефект, затрагивающий твердую изоляцию
H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	Частичные разряды в масле
H <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ) C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> CO <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> и C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> – основные газы)	Дуговой разряд высокой энергии, вызывающий разложение масла
H <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> Hg, CO и CO <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> и C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> – основные газы)	Высокотемпературное дугообразование, затрагивающее твердую изоляцию
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , CO и H <sub>2</sub> (CO <sub>2</sub> и C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> – основные газы)	Термический дефект, затрагивающий твердую изоляцию (температура в зоне нагрева до 300 °С)

Гораздо удобнее для анализа так называемые экспресс-методы обнаружения развивающихся дефектов, которые позволяют проводить измерения некоторых параметров изоляции непосредственно около установленного оборудования без использования сложных контролирующих приборов, в полевых условиях, автономно. Это актуально не только для силовых трансформаторов, но и, в большей мере, для маслонаполненных вводов и измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Задачу довольно простого и быстрого диагностирования маслонаполненного оборудования решают так называемые диагностические комплексы. Эти системы играют роль индикаторов, оперативно предупреждая о появлении нежелательных процессов в оборудовании. В диагностическом комплексе модуль первичных преобразователей должен состоять из семи датчиков, каждый из которых настроен на определенный газ. Перечень датчиков и пределы измеряемой концентрации растворенных в масле газов приведены в (табл. 2).

Данная статья посвящена обзору существующих сенсоров и анализу результатов работ по созданию датчиков для диагностических комплексов энергооборудования.

В этих измерительных комплексах газоанализатор – один из основных модулей, который преобразует физические или химические свойства газов в электрическую или оптическую информацию.

Измерительная цепь, положенная в основу работы датчика, служит для непрерывного или периодического контроля физического явления или химической реакции.

Какие же датчики могут быть предложены для решения поставленной задачи?



Пределы измеряемой концентрации различных газов

Наименование датчика	Обозначение газа	Граничная концентрация, % об.
Датчик водорода	H <sub>2</sub>	0,001
Датчик метана	CH <sub>4</sub>	0,001
Датчик ацетилена		0,0001
Датчик этилена	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,001
Датчик этана	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,0001
Датчик оксида углерода	CO <sub>2</sub>	0,0001
Датчик диоксида углерода	CO <sub>2</sub>	0,001

Наиболее перспективными в плане удовлетворения перечисленных выше требований являются полупроводниковые и электрохимические датчики. Полупроводниковые датчики, как правило, состоят из полупроводниковой пленки на основе оксидов металлов n-типа на подложке. Чувствительность пленки улучшают, вводя добавки благородных металлов, обладающих каталитическими свойствами. Концентрацию газовых компонент определяют, измеряя сопротивление полупроводника, или работу выхода при адсорбции на нем газа, или ориентируясь на сигнал полевого транзистора. Пленки на основе диоксида олова SnO<sub>2</sub> (датчики Tagushi) использовались для определения углеводородов: метана, пропана, бутана. Полупроводящая пленка p-типа со структурой перовскита La NiO<sub>3</sub> успешно была применена для анализа газофазных продуктов смеси малых количеств H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO. Конструкция и способ изготовления газового датчика на полупроводниковом принципе для выборочного обнаружения восстановительных газов описаны в работе. Однако они недостаточно стабильны, активно реагируют на воздействие окружающей среды, требуют предварительной очистки измеряемого компонента газа путем наличия в конструкции избирательных мембранных материалов. Из основных технических параметров они не выдерживают конкуренции по селективности и рабочему диапазону температур при эксплуатации (473-573K). Наличие нагревательного элемента усложняет конструкцию датчика и требует определенных энергозатрат.

Перечисленных выше недостатков лишены электрохимические датчики.

В их основу положено использование электрохимической ячейки, включающей чувствительный (рабочий) электрод, электролит в жидкой или твердой фазе и электрод сравнения. Регистрирующий электрический сигнал можно получить при функционировании измерительной ячейки в амперометрическом или потенциометрическом режиме за счет протекания электрохимической реакции на границе трех фаз с участием молекул детектируемого газа – диэлектрика, ионного проводника – электролита и электронного проводника рабочего электрода.

Амперометрический датчик с жидким электролитом, принцип работы которого схематически представлен на (рис. 1), является индикатором восстанови-

тельного газа CO: газ проходит через мембрану и реагирует в контакте с жидким электролитом на платиновом электроде в соответствии с реакцией:



На другом электроде восстанавливается кислород:



Измеренный ток лимитируется диффузией CO пропорционально парциальному давлению газа в измеряемой среде.

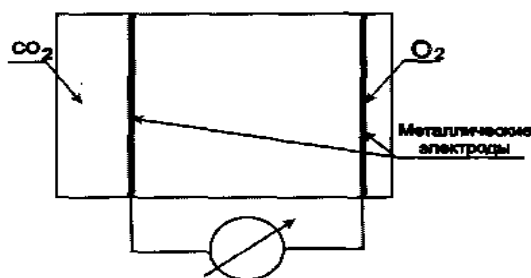


Рис. 1. Амперометрический датчик с жидким электролитом

Но эти датчики не позволили преодолеть проблемы малого срока сохранности, узкого среднетемпературного диапазона, герметичности и неэкономичности, которые обусловлены испарением и замерзанием электролита, высокой стоимостью каталитических электродных материалов.

Наиболее предпочтительно использование электрохимического газоанализатора в потенциометрическом режиме с использованием открытых в конце 60-х годов твердых электролитов, для которых характерен быстрый ионный перенос в твердой фазе. Величина электропроводности их соизмерима со значением электропроводности водных растворов сильных кислот и щелочей и лежит в пределах  $10^{-1}$  -  $10^{-2}$  Ом/см в соответствующем для основного подвижного иона температурном диапазоне. В потенциометрическом режиме измерительная цепь выдает сигнал без потребления энергии, поскольку потенциал измерительного электрода является функцией концентрации определяемого газообразного вещества, а потенциал электрода сравнения не должен зависеть от состава измеряемой фазы. В этом случае ЭДС цепи может служить мерой этой концентрации. Эффективное функционирование газового датчика зависит от оптимального выбора как электродов, так и твердого электролита.

Принцип построения датчика с газовыми электродами представлен на рисунке 2.

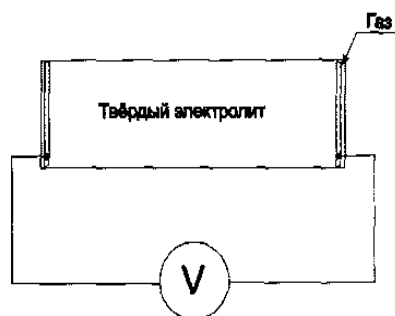


Рис. 2. Схема датчика с газовыми электродами

Твердый электролит герметично монтируется в корпус в виде таблетки, например, изготовленной из диоксида циркония  $ZrO_2$ , стабилизированной иттрием, с проводимостью по иону  $O_2$ , для изготовления кислородного сенсора.

Таблетка находится в контакте с обеих сторон с газом с двумя различными давлениями и с электронными проводниками-токоотводами. На каждом из электродов для варианта кислородного датчика имеет место электрохимическая реакция:



Возникает разность потенциалов в соответствии с законом Нернста:

$$E = (RT/2nF) \lg P_{O_2}, \quad (4)$$

где  $E$  – потенциал электрода, В;

$R$  – Универсальная газовая постоянная равна 8,314 Дж/Дмоль·К);

$n$  – число участвующих в электрохимической реакции электронов;

$F$  – Число Фарадея, равное 95600 Кл;

$P$  – парциальное давление кислорода;  $T$  – температура.

Главным недостатком твердотельных электрохимических измерительных ячеек является высокая температура. Указанный недостаток может быть успешно устранен с появлением в последние годы низкотемпературных твердых электролитов с проводимостью по протону.

Наиболее информативными для дефектоскопии, согласно (табл. 1), являются газы  $H_2$ ,  $C_2H_2$ ,  $CO$  и  $CO_2$ , наличие которых свидетельствует о возможности дугового разряда высокой энергии, способствующей разложению масла и твердой изоляции.

В данной работе исследовалась возможность создания и использования датчиков на перечисленные газы с использованием твердого протонного электролита.

#### **Устройство датчика:**

Не вдаваясь в технологию изготовления, представим схему датчика.

Основные критерии выбора твердого электролита с проводимостью по протонам  $H^+$  можно сформулировать следующим образом:

– минимальное внутреннее сопротивление датчика и минимальная его зависимость от температуры; максимальная ионная проводимость твердого электролита;

– низкий саморазряд датчика, минимальная электронная составляющая проводимости твердого электролита, что обеспечивает минимальный дрейф потенциала; поскольку продуктом электродного процесса в большинстве случаев при определении перечисленных выше газов является  $H_2O$  и влажность воздуха колеблется в довольно широких пределах, твердый электролит должен быть достаточно индифферентен по отношению к парам  $H_2O$ .

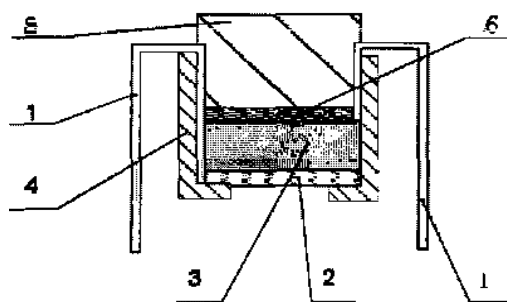


Рис. 3. Газоанализатор

1 – токоотводы; 2 – рабочий электрод; 4 – корпус ячейки (фторопласт);  
3 – твёрдый электролит; 5 – прокладка; 6 – электрод сравнения

Таблица 3

**Потенциалы электродов сравнения относительно Pt, H<sub>2</sub> электрода  
при атмосферном давлении и при T=293K**

Электрод	Электролит	E, В
TiH <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> HPW12O <sub>40</sub> -11H <sub>2</sub> O	0,230
PbO <sub>2</sub>	HClO <sub>4</sub> , Pb(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	1,449
PbO <sub>2</sub>	HUO <sub>2</sub> P04-4H <sub>2</sub> O	1,400
NixOy	C7H606S-2H <sub>2</sub> O	0,675
Ag, Ag <sub>2</sub> S04	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HFW12O <sub>40</sub> -11H <sub>2</sub> O	0,563

Выбор материала рабочего электрода так же как и электрода сравнения, определяется требованием стабильности и быстрого установления потенциала при изменении концентрации измеряемой компоненты в газовой фазе. Если проводятся измерения концентрации газовой компоненты на фоне инертного газа-разбавителя, то оба эти требования выполняются при достижении минимальной поляризуемости, то есть максимального тока обмена реакции его окисления- восстановления.

Известно, что наиболее высокие токи обмена для водорода и углеводородов имеют металлы платиновой группы: Pt, Pd и др., а также Ni. Измерения, проведенные для разряда – ионизации H<sub>2</sub> на этих металлах в контакте с твердым протонным электролитом гидросульфатом цезия при 433K и P<sub>H2</sub> = 101,3 кПа, приводят к следующим токам обмена 10 (A/см<sup>2</sup>): Pd – 1,7-10-3; Pt – 9-10-5 и Ni – 5,3-10-6. Однако палладий настолько мало пригоден в качестве материала рабочего электрода в виду большой растворимости газа при комнатной температуре, что даже для тонкопленочных электродов изменение потенциала при уменьшении концентрации водорода в газовой фазе протекает очень медленно потому, что процесс контролируется испарением газа из металла.

Равновесные концентрации водорода в Ni и Pt при 473K и атмосферном давлении очень малы (соответственно, 6,5• 10<sup>5</sup> и 1 • 10<sup>5</sup> атомной доли), а при небольших парциальных давлениях газа и низких температурах растворимость водорода в этих металлах можно пренебречь, следовательно, эти материалы являются оптимальными для создания рабочего электрода.

Однако если фоновый инертный газ заменить на воздух или другие газовые смеси, например, набор газов, сопровождающих выход трансфор-

матора из рабочего состояния, содержащий углеводороды и кислород, то ситуация резко изменится. В этом случае на рабочем электроде устанавливается смешанный, например, водородно-кислородный потенциал. Кроме того, на нем протекает каталитическая химическая реакция окисления водорода кислородом, что при определенных условиях ведет к быстрому уменьшению концентрации водорода и к соответствующему дрейфу потенциала.

Значения потенциалов определены относительно стандартного водородного электрода в том же электролите и практически точно соответствуют уравнению Нернста:

$$E = - (0,0291 \pm 0,0006) \lg [H_2],$$

где  $2,303 RT/2F = 0,0293$  В при  $T=295$ К.

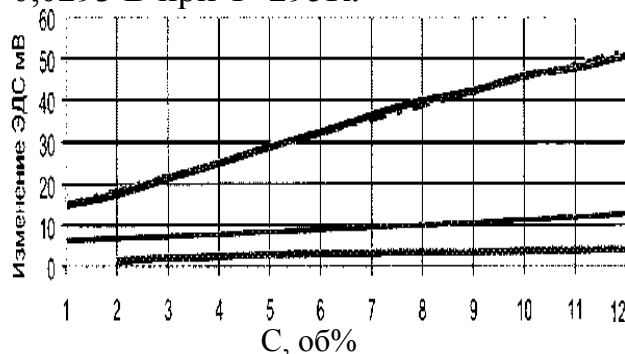


Рис. 4.  $C_2H_2CO$  – результат аппроксимации

Однако следует заметить, что в отсутствии кислорода из-за восстановления солей фосфорно-вольфрамовой кислоты возрастает электронная проводимость твердого электролита и происходит внутреннее замыкание электродов и выравнивание их потенциалов, то есть теряется чувствительность датчика. Это явление усугубляется при снижении степени гидратации соли.

Результаты эксперимента:

Результаты измерения зависимости изменения ЭДС ( $\Delta E$ ) от концентрации исследуемого газа с использованием вышеописанной ячейки в воздушной среде представлены в виде калибровочных кривых на рис.4. Для измерения разности потенциалов – ЭДС использовали электронные усилители У5-11 и А7-21 и цифровой вольтметр Щ-300, а также блок высокоомного вольтметра потенциостата П-58 -8. Запись временных откликов на химические газовые импульсы осуществляли с помощью электронного самописца КСП-4.

В интервале высоких концентраций исследуемых газов (1 – 10% объема) существует линейная зависимость  $\Delta E$  ячеек от логарифма концентрации, но для газов  $H_2$  и  $CO$  изменение потенциала в этом диапазоне концентраций меньше на порядок и более. В области низких концентраций, в диапазоне 10<sup>-4</sup>-10<sup>-1</sup> % объема, зависимость  $\Delta E$  от  $\lg C$ , для газа ацетилена имеет линейный характер. Однако в этом случае тангенс угла наклона ( $\Delta E/d \lg C$ ) равен 5мВ, что также не соответствует уравнению. Данный механизм гетерогенной каталитической реакции на металлах представлен схемой Хориучи-Поляни.

При этом поверхность катализатора (в рассматриваемом случае – никеля) покрывается за счет диссоциативной адсорбции ацетилена прочно связанными углеродистыми остатками (СХН). Адсорбция ацетилена, по-видимому, может происходить не на поверхности чистого металла, а на поверхности этих углеродистых остатков. В рассматриваемом случае водород в виде иона непосредственно подается из твердого электролита как основной подвижный ион к активному адсорбированному комплексу, а может частично быть в восстановленной форме  $H_2$ . Стадии 3 и 4 соответствуют гидрированию адсорбированной молекулы ацетилена поверхностными соединениями СХН +1. Протекание электрохимических реакций может изменить природу углеродистых остатков на поверхности Ni и тем самым влиять на активные центры, то есть на каталитические свойства. Если учесть, что при протекании основной потенциалобразующей реакции:  $C_2H_2 + 2e^- + 2H^+ \rightarrow C_2H_4$  участвуют 2 электрона, то, как и в случае водорода, при выполнении зависимости (1) угловой коэффициент  $RT/nF$  должен быть равен 29 мВ. Согласно табл. 3, угловой коэффициент близок к этому значению в случае, если определяемым газом является ацетилен. Таким образом, данная ячейка является датчиком на ацетилен, имеет нернстовский тип зависимости формирования скачка потенциала. Чувствительность датчика к основным сопутствующим появлению дефектов газам  $H_2$  и CO меньше на порядок. Наиболее подходящим с высокой каталитической активностью материалом для создания газоанализатора на водород является платина. При замене материала рабочего электрода на определенным способом обработанную платиновую сетку в ячейке той же конструкции, а электрода сравнения – на гидрид циркония, формируем электрохимическую систему, чувствительную к водороду. Зависимость изменения ЭДС от концентрации водорода подчиняется уравнению. В этом случае угловой коэффициент  $RT/nF$ , который в соответствии с потенциалобразующей реакцией протекающей с участием двух электронов, при нернстовском механизме работы датчика, как указано выше, также должен быть равен 29 мВ. Однако АЕ является линейной функцией от  $\lg[H_2]$  с наклоном выше, чем значение, которое требуется по уравнению Нернста. Видимо, в данном случае имеем дело с проявлением недавно обнаруженного NEMCA эффекта, природа которого, согласно работе для ряда газовых электродов (например, в датчике на кислород в ячейках с твердым оксидным электролитом и металлическим электродом) заключается в том, что при наличии потока заряженных ионов, проходящих через электролит, происходит изменение работы выхода электрона из этого электрода в вакуум и, следовательно, происходит изменение каталитических свойств по поверхности электрода.

#### Список литературы

1. РД 153-34.0-46.302-00. Методические указания по диагностике развивающихся дефектов трансформаторного оборудования по результатам хроматографического анализа газов, растворенных в масле.

2. Заявка 59-18657 Япония МКИ G01 № 27 12. Газовый детектор для выборочного обнаружения различных восстановительных газов.
3. Заявка 62-18865 Япония МКИ G01 № 27/12. Полупроводник для датчика.
4. Никитина Н. В., Михайлова А. М., Кучеренко В. И. Дефектоскопия высоковольтных трансформаторов с использованием твердотельных сенсоров. Международная конференция «Сенсор-2000».

## ОПИСАНИЕ СТАНДАРТА MPEG-7

*Когтев П.А., Енин А.В., Маржина Р.А.*  
магистры по направлению прикладная информатика,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с описанием главных особенностей стандарта MPEG-7.

*Ключевые слова:* аудио, MPEG-7, визуализация, мультимедиа.

Огромное количество аудио-визуальной информации стало доступно в цифровой форме, в виде цифровых архивов, во всемирной паутине, в виде широковещательных потоков, а также в форме частных или профессиональных баз данных. Значение информации часто зависит оттого, насколько ее легко найти, извлечь, отфильтровать и управлять.

Тенденция очевидна. В ближайшие несколько лет, пользователи столкнутся с таким большим числом мультимедийных материалов, предоставляемых разными провайдерами, что эффективный доступ к этому почти бесконечному материалу представляется трудно вообразимым. Несмотря на тот факт, что пользователи имеют увеличивающиеся ресурсы, управление ими становится все более сложной задачей, из-за их объема. Это касается как профессионалов, так и пользователей. Вопрос идентификации и управления материалами не ограничивается приложениями доступа к базам данных, таким как цифровые библиотеки, но распространяются в сферу выбора широковещательных каналов, мультимедийного редактирования и служб мультимедийных каталогов. Протокол MPEG-7 призван решить многие из этих проблем.

MPEG-7 является стандартом ISO/IEC, разработанным MPEG (Moving Picture Experts Group), комитетом, который разработал также стандарты MPEG-1 (1992), MPEG-2 (1995), и MPEG-4 (версия 1 в 1998 и версия 2 в 1999). Стандарты MPEG-1 и MPEG-2 позволили производить широко распространенные коммерческие продукты, такие как интерактивные CD, DVD, цифровое широковещательное аудио (DAB), цифровое телевидение, и многие другие коммерческие услуги. MPEG-4 является первым реальным мультимедийным стандартом для представления данных, позволяющим интерактивно работать с комбинациями натурального и синтетического материала, закодированного в виде объектов (он моделирует аудио-визуальные данные, как комбинацию таких объектов). MPEG-4 предоставляет стандартизованные



технологические элементы, допускающие интеграцию производства, распределения и доступа к мультимедийному материалу. Это относится к интерактивному и мобильному мультимедиа, интерактивной графике и улучшенному цифровому телевидению.

Стандарт MPEG-7, формально назван “Multimedia Content Description Interface”. MPEG-7 предоставит широкий набор стандартизованных средств описания мультимедиа материала. В области действия MPEG-7 находятся как пользователи-люди, так и автоматические системы, выполняющие обработку аудио-визуального материала.

MPEG-7 предлагает полный набор аудиовизуальных средств описания, которые образуют базис для приложений, делаая возможным высококачественный доступ к мультимедийному материалу, что предполагает хорошие решения для записи, идентификации материала, обеспечения прав собственности, и быстрой, эргономичной, точной целевой фильтрации, поиска.

### **1. Части MPEG-7**

Стандарт MPEG-7 состоит из следующих частей:

1. *Системы MPEG-7*. Средства, которые необходимы при подготовке описаний MPEG-7 для эффективной передачи и записи, и для обеспечения синхронизации между материалом и описаниями. Эти средства имеют также отношение к охране интеллектуальной собственности.

2. *Язык описания определений MPEG-7*. Язык для определения новых схем описания и, возможно, новых дескрипторов.

3. *MPEG-7 Audio – дескрипторы и схемы описания*, имеющие отношение исключительно к описанию аудио материала.

4. *MPEG-7 Visual – дескрипторы и схемы описания*, имеющие отношение исключительно к описанию визуального материала

5. *MPEG-7 Multimedia Description Schemes – дескрипторы и схемы описания*, имеющие отношение к общим характеристикам описаний мультимедиа.

6. *MPEG-7 Reference Software* – программные реализации соответствующих частей стандарта MPEG-7

7. *MPEG-7 Conformance* – базовые принципы и процедуры тестирования рабочих характеристик практических реализаций MPEG-

### **Структура документа**

Данный обзорный документ делится на 4 части, не считая введения и приложений. Каждая часть делится на несколько секций, характеризующих различные стороны MPEG-7 [2].

- секция 2 описывает основные функции,
- секция 3 содержит детальное техническое описание, а
- секция 4 содержит список FAQ (Frequently Asked Questions).

### **2. Главные функции MPEG-7**

#### **Системы MPEG-7**

Системы MPEG-7 будут включать в себя средства, которые необходимы для подготовки описаний MPEG-7 для эффективной транспортировки и

запоминания, а также позволяют синхронизовать мультимедийный материал и описания и средства, сопряженные с управлением и защитой интеллектуальной собственности. Стандарт определяет архитектуру терминала и нормативных интерфейсов.

### **Язык описания определений MPEG-7**

Согласно определению в MPEG-7 язык описания определений DDL (Description Definition Language) представляет собой:

“... язык, который позволяет формировать новые схемы описания и, возможно, *дескрипторы*. Он также позволяет расширение и модификацию существующих схем описания”.

В качестве основы DDL был выбран язык XML. Как следствие, DDL может быть поделен на следующие логические нормативные компоненты:

- Структурная схема языковых компонентов XML;
- Компоненты типа данных схемы;
- Специфические расширения MPEG-7.

### **Аудио MPEG-7**

Окончательный проект аудио MPEG-7 представляет шесть технологий: система аудио описаний (которая включает в себя дерево шкал и низкоуровневые дескрипторы), средства описания звуковых эффектов, средства описания тембра инструмента, описание голосового материала, сегмент молчания и дескрипторы мелодии, облегчающие обработку запросов.

### **Визуальный MPEG-7**

Средства визуального описания MPEG-7, включенные в CD/XM состоят из базовых структур и дескрипторов, которые характеризуют следующие визуальные характеристики:

- Цвет
- Текстура
- Форма
- Движение
- Локализация
- Прочие

Каждая категория состоит из элементарных и сложных дескрипторов.

### **Основные объекты и схемы описания мультимедиа MPEG-7**

Базисом схем описания мультимедиа **MDS** (Multimedia Description Schemes) является стандартизация набора средств описания (*дескрипторы* и *схемы описания*), имеющие дело с общими и мультимедийными объектами.

Общими объектами являются характеристики, которые используются в аудио, видео и текстовых описаниях и, следовательно, характеризуют все медийные типы материала. Такими характеристиками могут быть, например, вектор, время и т.д.

Помимо этого набора общих средств описания стандартизованы более сложные средства описания. Они используются, когда нужно описать более одного вида медийного материала (например, аудио и видео). Эти средства

описания могут быть сгруппированы в 5 различных классов согласно их функциональному предназначению:

1. Описание материала: представление воспринимаемой информации;
2. Управление материалом: информация о характере медийного материала, формирование и использование АВ материала;
3. Организация материала: представление анализа и классификации нескольких АВ материалов;
4. Поиск и доступ: спецификация кратких характеристик и изменений АВ-материала;
5. Взаимодействие с пользователем: описание предпочтений пользователя и истории использования мультимедийного материала.

#### Список литературы

1. В. М. Артющенко, О. И. Шелухин, М. Ю. Афонин. Цифровое сжатие видеoinформации и звука. Москва, 2003.
2. MPEG-7 Overview. <http://www.mpeg-7.com> (Industry Focus Group)
3. B. S. Manjunath, P. Salembier, and T. Sikora. Introduction to MPEG-7: Multimedia Content Description Standard. Wiley, April 2002
4. S.-F. Chang, T. Sikora, and A. Puri. Overview of MPEG-7 Standard. EURASIP Journal on Applied Signal Processing, vol. 2002, issue 4 (April 2002), pp.343 – 353.
5. A. Yamada, M. Pickering, S. Jeannin, L. Cieplinski, J.-R. Ohm, and M. Editors, Eds. MPEG-7 Visual Part of Experimentation Model Version 8.0. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 #N3673, La Baule, October 2000.
6. B. S. Manjunath, J.-R. Ohm, V.V. Vasudevan, and A. Yamada. MPEG-7 color and texture descriptors. IEEE Tr. CSVT, p. 703--715, June 2001.
7. M. Bober. MPEG-7 Visual Shape Descriptors. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 11, Issue 6, pp.716-719, 2001.
8. Thomas Sikora. The MPEG-7 Visual Standard for Content Description. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 11, issue 6, pp.696-702, 2001.

## СОЗДАНИЕ СОБСТВЕННОЙ ВКЛАДКИ В СВОЙСТВАХ ДИСПЕТЧЕРА УСТРОЙСТВ

*Лоскутова А.А., Воронков В.В., Спиринов Д.В., Беззатеев И.А.*  
магистранты ст. гр. 15ВВм1,  
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

В статье рассматриваются возможности расширения функционала драйверов при помощи создания собственной вкладки в свойствах диспетчера устройств.

*Ключевые слова:* информационные технологии, драйвер, вкладка, программист, Windows.

Разработчики драйверов после того, как код написан и отлажен, зачастую задумываются о средствах тестирования, а также о возможности пользовательской настройки некоторых параметров. Например, при разработке сетевого драйвера можно дать возможность пользователю самому настроить скорость, количество буферов на прием или передачу и так далее.

Программистам под ОС Windows известно, что в диспетчере устройств во вкладке "Дополнительно" можно реализовать управление собственными настройками. Для этого в inf-файле прописываются все необходимые параметры и предлагаемые значения. При установке драйвера данные попадают в реестр как параметры по умолчанию. Пользователь, если его не устраивают значения по умолчанию, может через диспетчер устройств изменить не понравившиеся значения. В драйвере с помощью функции чтения из реестра видим необходимые настройки и применяем их.

Однако, бывают ситуации, когда хочется большей свободы: сделать кнопку, при нажатии на которую, устройство протестирует свою работоспособность или элемент управления RadioButton, позволяющий включать или отключать записи драйвера в системный журнал. В таком случае разработчику необходимо создавать собственную вкладку в свойствах устройства, для которого пишется драйвер.

Для создания вкладки необходимо написать динамическую библиотеку (DLL) и упомянуть ее в inf-файле. Но обо всем по порядку.

Если разработчик решил, что вкладка ему нужна, то необходимо продумать как она будет выглядеть и что будет в ней реализовано. После создания проекта библиотеки в него следует добавить файл ресурсов. Примерный вид вкладки изображен на рисунке 1.

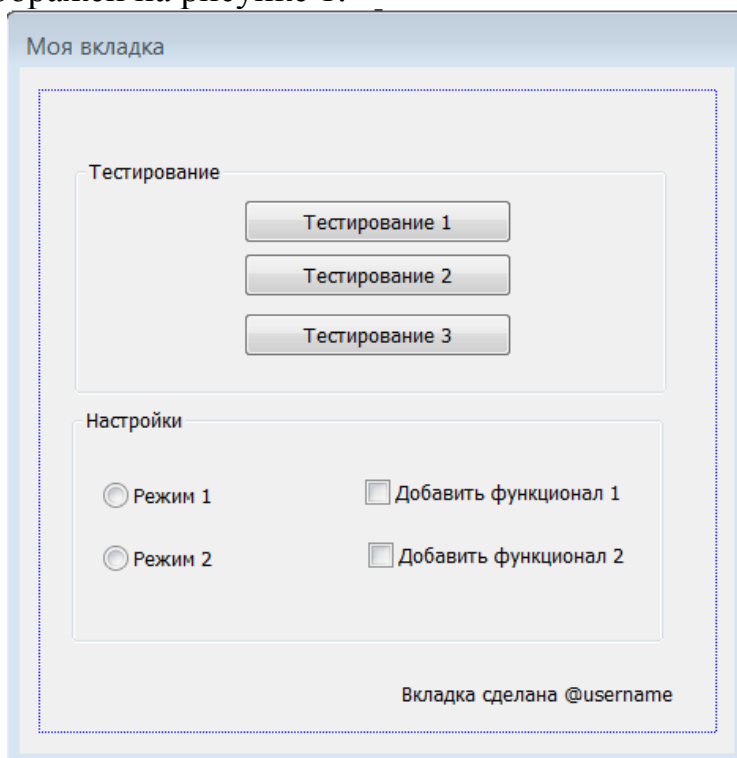


Рис. 1. Вид вкладки

После создания шаблона вкладки следует приступить к написанию кода. Для начала включить в библиотеку экспортируемую функцию вида:

```

__declspec(dllexport) BOOL APIENTRY
AdapterPropPageProvider(
    PSP_PROPSHEETPAGE_REQUEST pPropPageRequest,
    LPFNADDPROPSHEETPAGE fAddFunc,
    LPARAM lParam)

```

Эта функция должна создавать страничку при помощи функции `CreatePropertySheetPage`, реализованной в `Comctl32.dll`.

Входной параметр функции – структура `LPCPROPSHEETPAGE`. Ее параметры необходимо заполнить. Подробное описание структуры можно посмотреть в MSDN. Краткое описание параметров:

- *DwSize* – Размер структуры `PROPSHEETPAGE`
- *DwFlags* – Это флаги, показывающие, какие параметры нужно использовать при создании страницы свойств
- *HINSTANCE* – Это поле, где мы хранится дескриптор текущей программы (из `DllMain`)
- *PszTemplate* – Это поле является местом хранения идентификатора ресурса шаблона или адреса строки, определяющей имя шаблона страницы
- *PfnDlgProc* – Это поле получает указатель на функцию, которая обрабатывает сообщения Windows, приходящие в наше диалоговое окно. В нашем примере `MyDlgProc`.
- *LPARAM* – Это поле получает указатель на структуру, которая содержит контекст для наших функций драйвера.
- *PfnCallback* – Это поле содержит адрес функции, которая вызывается, когда страница либо создается, либо уничтожается. При уничтожении необходимо очистить всю выделенную память.

Пример:

```

PropSheetPage.dwSize = sizeof(PROPSHEETPAGE);
PropSheetPage.dwFlags = PSP_USECALLBACK | PSP_HASHELP |
PSP_USEHEADERTITLE;
PropSheetPage.hInstance = ghInstance;
PropSheetPage.pszTemplate =
MAKEINTRESOURCE(IDD_PROPPAGE_SMALL);
PropSheetPage.pfnDlgProc = MyDlgProc;
PropSheetPage.lParam = NULL;
PropSheetPage.pfnCallback = MySettingsDlgCallback; //вызывается когда
страница создается и когда уничтожается
PropSheetPage.pszHeaderTitle = L"Моя вкладка";
// создаем страничку
hPropSheetPage = CreatePropertySheetPage(&PropSheetPage);
if (!hPropSheetPage)
{
    return FALSE;
}

```

После того, как страница создана, необходимо ее добавить в свойства. В случае, когда этого сделать не получается, удаляем экземпляр страницы:

```

if (!(*fAddFunc)(hPropSheetPage, IParam))
{
    DestroyPropertySheetPage(hPropSheetPage);
    return FALSE;
}

```

После написания основной функции нужно заполнять функции, адреса которых мы указали в `pfmDlgProc` и `pfmCallback`. В приведенном примере `MyDlgProc` должна содержать обработку всех используемых элементов управления страницы.

После написания динамической библиотеки, нужно привязать ее к драйверу. Для этого используем `inf`-файл драйвера.

```

[ClassInstall32]
Addreg= MyTestPage.Reg

[MyTestPage.Reg]
HKR,,EnumPropPages32,, "MyPageForDriver.dll, MyEntryPointForPage"

```

Рис. 2. Регистрация библиотеки в INF файле

В секции `[MyTestPage.Reg]` прописывается имя динамической библиотеки и название экспортируемой функции, в которой мы создавали страницу свойств.

В результате всех усилий внешний вид тестовой вкладки в свойствах диспетчера устройств будет такой, как представлено на рисунке 3.

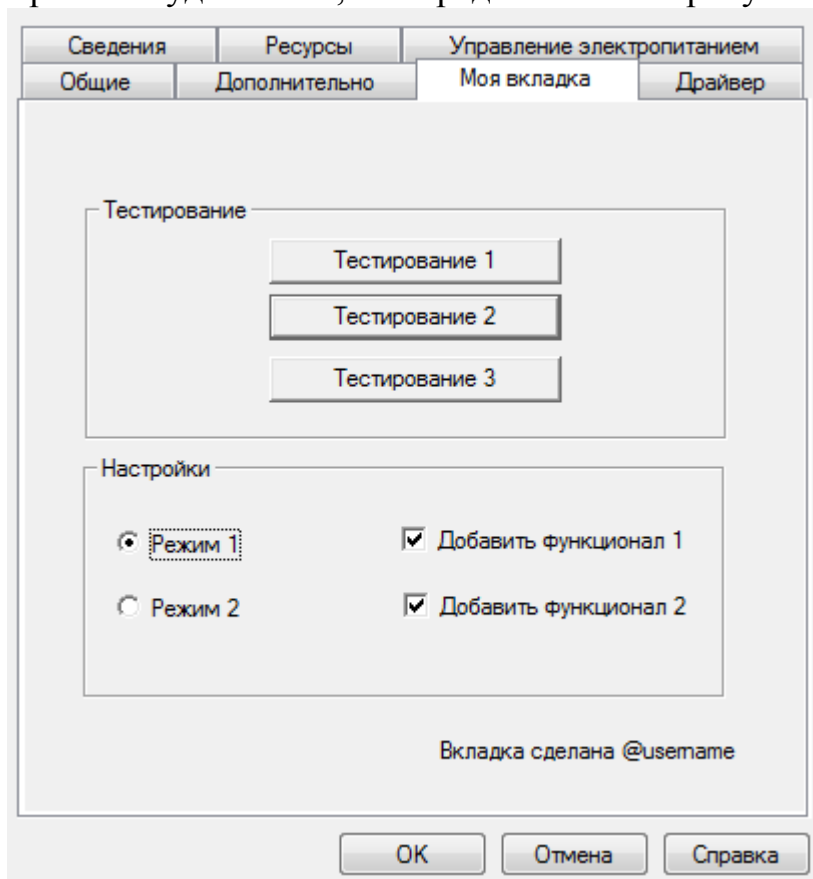


Рис. 3. Созданная вкладка

### Список литературы

1. [Property – Adding Property Pages to Device Drivers, 2001. URL: <https://www.osronline.com/article.cfm?article=27> (дата обращения: 09.01.2016).]
2. [MSDN – Microsoft Developer Network, URL: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/> (дата обращения: 10.01.2016).]

## КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ

**Мали В.А.**

доцент кафедры «Информационная безопасность систем и технологий»,  
кандидат технических наук, Пензенский государственный университет,  
Россия, г. Пенза

**Аксенов А.А.**

студент кафедры информационная безопасность систем и технологий,  
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

**Алексеев Д.С.**

студент кафедры информационная безопасность систем и технологий,  
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

**Тихомиров П.А.**

студент кафедры информационная безопасность систем и технологий,  
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

В статье рассматриваются основные классификационные признаки систем обнаружения вторжений. СОВ весьма разнообразны. Их классификация может упростить выбор системы для конкретного случая.

*Ключевые слова:* система обнаружения вторжений, сигнатура, информация, нарушитель, уязвимость, атака.

Системы обнаружения вторжений (IDS – Intrusion Detection Systems) – один из важнейших элементов систем информационной безопасности сетей любого современного предприятия. Рост в последние годы числа проблем, связанных с компьютерной безопасностью, привёл к тому, что системы обнаружения вторжения очень быстро стали ключевым компонентом любой стратегии сетевой защиты. За последние несколько лет их популярность значительно возросла, поскольку продавцы средств защиты значительно улучшили качество и совместимость своих программ [1].

Системами обнаружения вторжений (СОВ) называют множество различных программных и аппаратных средств, объединяемых одним общим свойством – они занимаются анализом использования вверенных им ресурсов и, в случае обнаружения каких-либо подозрительных или просто нетипичных событий, способны предпринимать некоторые самостоятельные действия по обнаружению, идентификации и устранению их причин.

Классификация систем обнаружения вторжений.

1. По методу обнаружения системы обнаружения вторжений подразделяют на поведенческие и интеллектуальные.

Метод обнаружения описывает характеристики анализатора. Когда IDS использует информацию о нормальном поведении контролируемой системы, она называется поведенческой. Когда IDS работает с информацией об атаках, она называется интеллектуальной.

2. По поведению после обнаружения вторжения системы обнаружения вторжений подразделяют на активные и пассивные.

Поведение после обнаружения указывает на реакцию IDS на атаки. Реакция может быть активной – IDS предпринимает корректирующие (устраняет лазейки) или действительно активные (закрывает доступ для возможных нарушителей, делая недоступными сервисы) действия. Если IDS только выдаёт предупреждения, её называют пассивной.

3. По расположению источников результата аудита системы обнаружения вторжений подразделяют на использующие регистрационные файлы хоста и использующие сетевые пакеты.

Расположение источников результата аудита подразделяет IDS в зависимости от вида исходной информации, которую они анализируют. Входными данными для них могут быть результаты аудита, системные регистрационные файлы или сетевые пакеты.

4. По частоте использования системы обнаружения вторжений подразделяют на системы проводящие постоянный мониторинг и на системы проводящие периодический анализ.

Частота использования отражает либо непрерывный мониторинг контролируемой системы со стороны IDS, либо соответствующие периодическим запускам IDS для проведения анализа.

5. По способу реагирования системы обнаружения вторжений подразделяют на статические и динамические системы.

Статические средства делают «снимки» (snapshot) среды и осуществляют их анализ, разыскивая уязвимое ПО, ошибки в конфигурациях и т.д. Статические IDS проверяют версии работающих в системе приложений на наличие известных уязвимостей и слабых паролей, проверяют содержимое специальных файлов в директориях пользователей или проверяют конфигурацию открытых сетевых сервисов. Статические IDS обнаруживают следы вторжения.

Динамические IDS осуществляют мониторинг в реальном времени всех действий, происходящих в системе, просматривая файлы аудита или сетевые пакеты, передаваемые за определённый промежуток времени. Динамические IDS реализуют анализ в реальном времени и позволяют постоянно следить за безопасностью системы.

6. По способу сбора информации системы обнаружения вторжений подразделяют на сетевые и системные.

Сетевые (NIDS) контролируют пакеты в сетевом окружении и обнаруживают попытки злоумышленника проникнуть внутрь защищаемой системы



или реализовать атаку «отказ в обслуживании». Эти IDS работают с сетевыми потоками данных. Сетевая IDS может запускаться либо на отдельном компьютере, который контролирует свой собственный трафик, либо на выделенном компьютере, прозрачно просматривающим весь трафик в сети (концентратор, маршрутизатор). Сетевые IDS контролируют много компьютеров, тогда как другие IDS контролируют только один.

Системы обнаружения вторжений, которые устанавливаются на хосте и обнаруживают злонамеренные действия на нём называются хостовыми или системными IDS.

7. По методу анализа системы обнаружения вторжений подразделяют на системы, которые сравнивают информацию с предустановленной базой сигнатур атак и системы, контролирующие частоту событий и обнаружение статистических аномалий, т.е. по профилю.

Анализ сигнатур был первым методом, примененным для обнаружения вторжений. Он базируется на простом понятии совпадения последовательности с образцом. Во входящем пакете просматривается байт за байтом и сравнивается с сигнатурой (подписью) – характерной строкой программы, указывающей на характеристику вредного трафика. Такая подпись может содержать ключевую фразу или команду, которая связана с нападением. Если совпадение найдено, объявляется тревога.

Второй метод анализа состоит в рассмотрении строго форматированных данных трафика сети, известных как протоколы. Каждый пакет сопровождается различными протоколами. Каждый протокол имеет несколько полей с ожидаемыми или нормальными значениями. Если что-нибудь нарушает эти стандарты, то вероятно злонамеренность. IDS просматривает каждое поле всех протоколов входящих пакетов: IP, TCP, и UDP. Если имеются нарушения протокола, например, если он содержит неожиданное значение в одном из полей, объявляется тревога.

8. По классам защиты системы обнаружения вторжений подразделяют на 6 классов [2].

Системы обнаружения вторжений, соответствующие 6 классу защиты, применяются в информационных системах персональных данных 3 и 4 классов.

Системы обнаружения вторжений, соответствующие 5 классу защиты, применяются в информационных системах персональных данных 2 класса.

Системы обнаружения вторжений, соответствующие 4 классу защиты, применяются в государственных информационных системах, в которых обрабатывается информация ограниченного доступа, не содержащая сведения, составляющие государственную тайну, в информационных системах персональных данных 1 класса, а также в информационных системах общего пользования II класса.

Системы обнаружения вторжений, соответствующие 3, 2 и 1 классам защиты, применяются в информационных системах, в которых обрабатывается информация, содержащая сведения, составляющие государственную тайну.

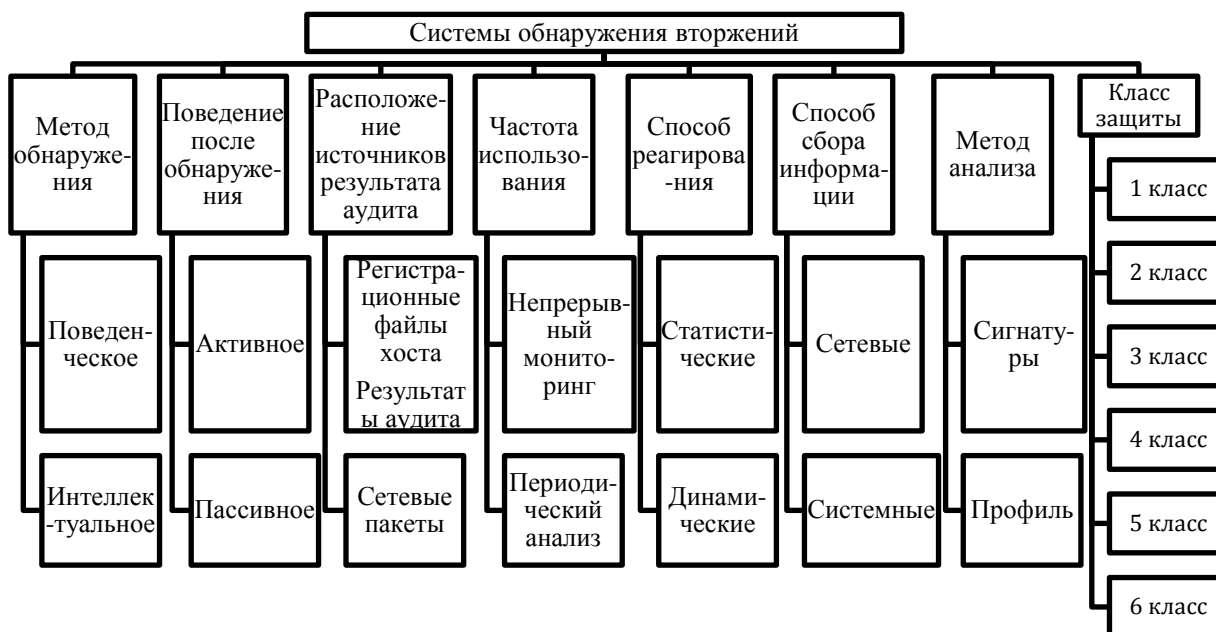


Рис. Классификация систем обнаружения

### Список литературы

1. Бобров А. Системы обнаружения вторжений 2010 URL: [http://www.icmm.ru/~masich/win/lexion/ids/ids.html].
2. ФСТЭК России. Приказ ФСТЭК России от 6 декабря 2011 г. N 638. URL: [http://fstec.ru/en/118-tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-po-sertifikatsii/prikazy/394-informatsionnoe-pismo-fstek-rossii].

## АНАЛИЗ ТОПОЛОГИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

*Маржина Р.А., Когтев П.А.*

магистры по направлению прикладная информатика,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье осуществлен краткий анализ топологии беспроводных сетей передачи данных. Проанализированы их достоинства и недостатки.

*Ключевые слова:* точка-точка, точка-многоточка, беспроводных сетей передачи данных.

Условно, типовые решения по применению оборудования беспроводных сетей передачи данных (БСПД) можно разделить на две большие группы. Это системы «точка-многоточка» и системы «точка-точка» [1-3].

**Подключение удаленного филиала.** Для подключения одного удаленного абонента в центральном офисе устанавливается точка доступа и направленная антенна. Если абонентов несколько, то устанавливается либо всенаправленная, либо секторная антенна. Типичная схема подключения удаленного филиала представлена на рис. 1.

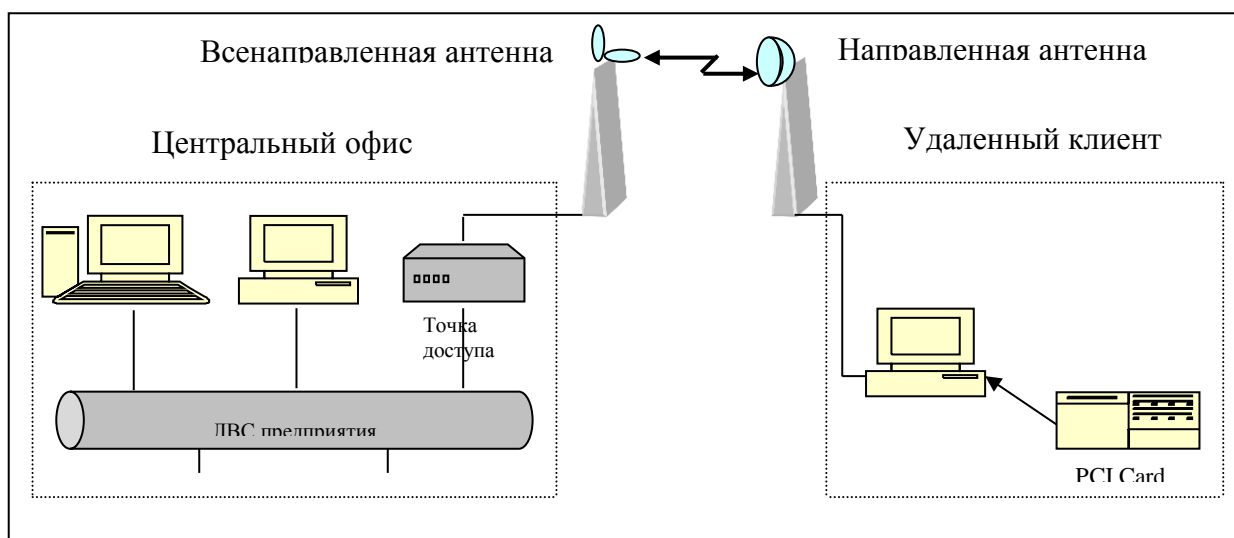


Рис. 1. Схема подключения удаленного филиала

Если между центральным офисом и удаленным филиалом существует прямая видимость, то задача решается в рамках одной организации, без подключения к точке доступа местного оператора. В этом случае, с экономической точки зрения, достаточно применить технологию Radio-Ethernet. Как правило, в центре устанавливают точку доступа с мощной всенаправленной антенной. Точка доступа обеспечивает интерфейс с кабельной локальной вычислительной сетью (ЛВС) центрального офиса.

В удаленной точке устанавливается абонентский комплект – карта в персональный компьютер или конвертер интерфейсов в случае подключения любого устройства, имеющего интерфейс 10 Base-T [4, 5].

Несмотря на очевидную простоту, такая схема подключения обладает целым рядом существенных недостатков. К основным недостаткам следует отнести неэкономное использование радиоспектра мощной круговой антенны, высокий уровень шумов, собираемый на эту антенну, а также наличие мертвой зоны вокруг базовой станции из-за узкого угла излучения в вертикальной плоскости у мощных круговых антенн.

Наиболее эффективным вариантом является разбиение всей покрываемой территории на зоны и установка секторных антенн, то есть секторирование. Такой вариант характеризуется большой емкостью соты до 30...60 абонентов, отсутствием мертвых зон вокруг соты, экономным использованием радиоспектра, так как излучается только туда, где есть абоненты. К недостаткам такой схемы следует отнести необходимость использования большого участка радиоспектра, с целью частотного разнеса соседних антенн, и большая стоимость.

**Соединение двух-трех локальных сетей.** Для объединения нескольких локальных сетей в одну обычно используют либо радиомосты (рис. 2), которые ставятся во всех точках, либо радиомаршрутизаторы. Радиомосты обеспечивают прозрачное для протоколов сетевого уровня, и выше, объединение сетей в одну. Разделение сетей обеспечивают радиомаршрутизаторы.

**Работа через ретранслятор.** Наибольшее распространение получили три типовых варианта работы беспроводной сети через ретранслятор.

Первый вариант – с помощью радиомостов, устанавливаемых во всех точках (рис. 3). Достоинство такого построения сети – простота. Недостаток – относительно дорого.

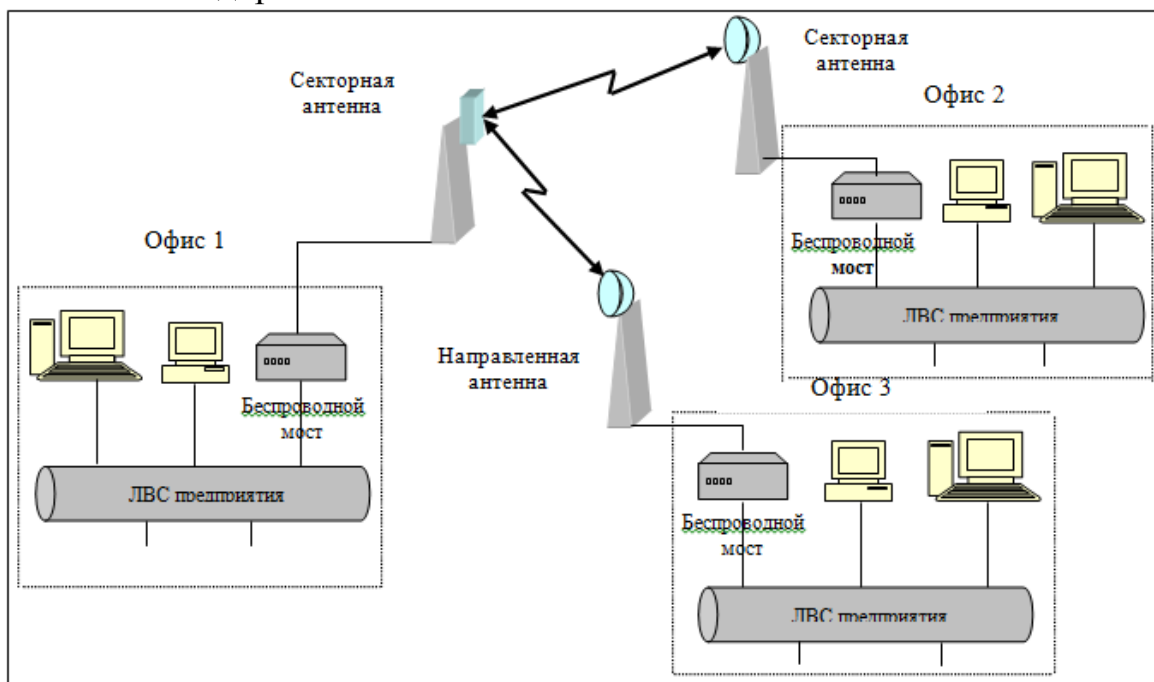


Рис. 2. Типовая схема объединения трех локальных сетей

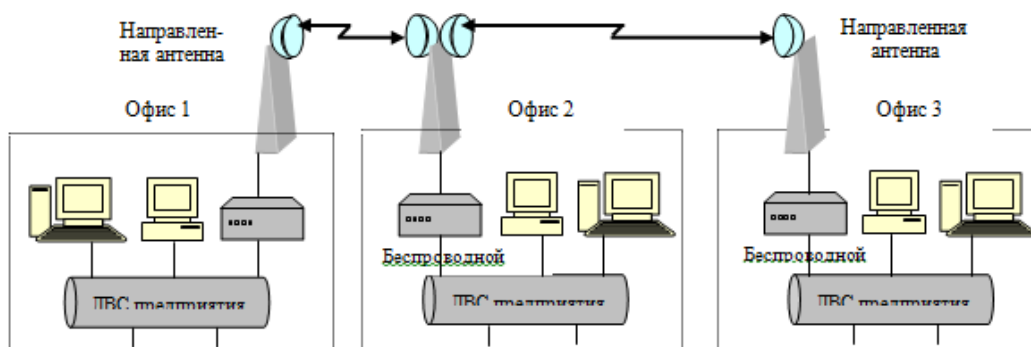


Рис. 3. Схема работы беспроводной сети через радиомост

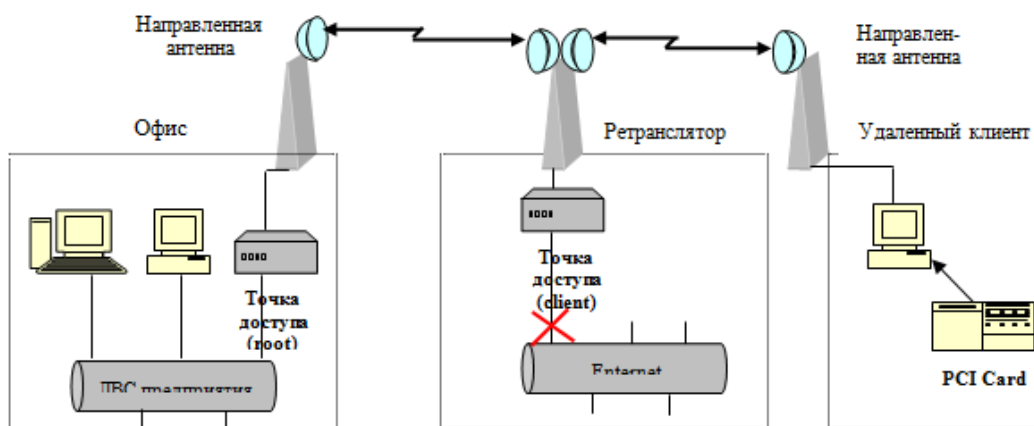


Рис. 4. Схема работы беспроводной сети через точку доступа

Второй вариант – в качестве ретранслятора ставится точка доступа, а в удаленной точке – абонентский комплект (см. рис. 4).

Третий вариант построения беспроводной сети через ретранслятор предусматривает применение радиомаршрутизаторов с двумя радиоинтерфейсами. В первом и втором варианте на ретрансляции происходит падение скорости в два раза [5, 6]. В третьем варианте этого удастся избежать, и, кроме того, он обладает всеми выше перечисленными достоинствами радиомаршрутизаторов.

Таким образом, анализ основных топологий беспроводных сетей передачи данных показал, что применение радиомаршрутизаторов с двумя радиоинтерфейсами позволяет значительно повысить скорость передачи данных.

### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Проектирование сетей подвижной связи с кодовым разделением каналов [Текст] / В.М. Артюшенко: монография – ФГБОУ ВПО ФТА. – М., 2012. – 204 с.
2. Артюшенко, В. М. Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоковым кодированием [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин //Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. Т.6. №4. С.3 – 6.
3. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док.техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.
4. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров / под науч. ред. док.техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.
5. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
6. Артюшенко, В. М. Статистические характеристики сигналов и помех радиотехнических устройств ближнего действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач, В.В. Иванов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т.57. – №7. С.46-50.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОВЗРЫВНЫХ ЦЕПЕЙ

**Масков Ю.П.**

доцент кафедры теоретической электротехники и электрических машин,  
канд. техн. наук, Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(Государственный технологический университет), Россия, г. Владикавказ

**Саханский Ю.В.**

доцент кафедры теоретической электротехники и электрических машин,  
канд. техн. наук, Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(Государственный технологический университет), Россия, г. Владикавказ

**Грищенко А.С.**

аспирант кафедры теоретической электротехники и электрических машин,  
Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный  
технологический университет), Россия, г. Владикавказ

Проведён анализ влияния токов высокой частоты на процесс инициирования электровзрывных цепей с рассмотрением влияния реактивных параметров данных цепей на процесс инициирования. Экспериментально определены зависимости модуля и аргумента волнового сопротивления составляющих электровзрывной цепи от частоты инициирующего импульса тока.

*Ключевые слова:* электровзрывная цепь, ток высокой частоты, электродетонатор.

При высокочастотном воздействии необходимо учитывать реактивные параметры электровзрывной цепи. При экспериментальном исследовании реактивных параметров электровзрывной цепи был использован метод трех вольтметров. Как показали результаты экспериментов, индуктивность двухпроводной линии увеличивается с увеличением расстояния между проводами и может достигать (для железных проводов)  $1,5 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} / \text{м}$ . Емкость увеличивается с уменьшением расстояния между проводами и может достигать  $30 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} / \text{м}$ . Емкость между жилами взрывного кабеля НГМИ  $2 \times 1,5$  составляет 0,1-0,2 мкФ на 1 км [1].

Реактивные параметры магистральных проводов распределительной сети должны учитываться при использовании напряжения высокой частоты как для инициирования, так и для контрольно-измерительных операций.

При воздействии напряжения высокой частоты электровзрывной цепи следует представлять линией распределительными параметрами вследствие рассредоточения параметров цепи вдоль ее длины и невозможности определять токи и напряжения вне зависимости от пространственной ориентации.

Помимо экспериментального определения первичных и вторичных параметров электровзрывной цепи, как линий с распределительными параметрами, исследовались зависимости их величины от частоты, взаимного расположения, длины и других факторов. Величины, характеризующие электро-

взрывной цепи как линию с распределительными параметрами, можно рассчитать, определив комплексы ее входных сопротивлений в режимах короткого замыкания  $\underline{Z}_{\hat{e}\zeta}$  и холостого хода  $\underline{Z}_{\hat{o}\hat{o}}$ . Для измерения входных сопротивлений был использован, как уже указывалось, метод трех вольтметров.

При экспериментах в качестве эталонного сопротивления применялись конденсаторы с малыми углами диэлектрических потерь. Для уменьшения погрешности измерения входных сопротивлений линии величина емкости конденсаторов подбиралась так, чтобы напряжения на эталонном сопротивлении и на входе линии были примерно равны. В этом случае модуль входного сопротивления  $Z_{\hat{o}\hat{o}} \approx X_c$ . Знак аргумента входного сопротивления определяется по изменению модуля при подключении дополнительного конденсатора. Волновое сопротивление линии

$$\underline{Z}_A = \sqrt{\underline{Z}_{\hat{e}\zeta} \cdot \underline{Z}_{xx}} = Z_A e^{j\phi_A} . \quad (1)$$

На рис.1. приводятся зависимости модуля и аргумента волнового сопротивления от частоты, полученные в результате экспериментов с проводами ВП диаметром 0,8 мм.

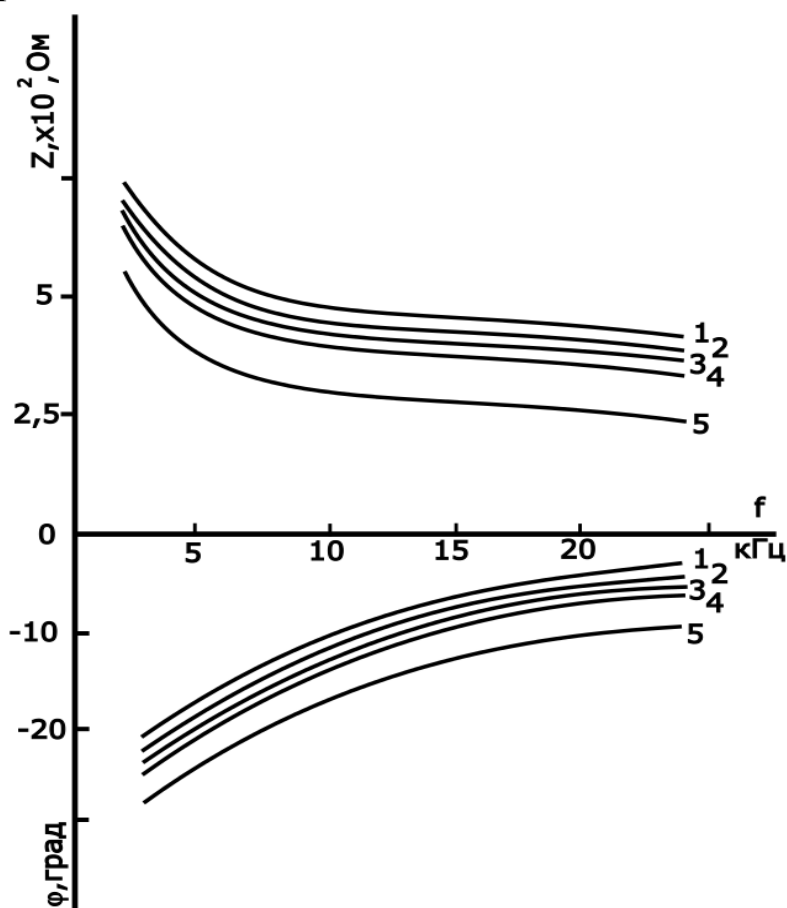


Рис. 1. Зависимости модуля и аргумента волнового сопротивления от частоты, полученные в результате экспериментов с проводами ВП диаметром 0,8 мм. Кривая 1 соответствует расстоянию между проводами в 200 мм, кривая 2 – в 100 мм, кривая 3 – в 50 мм, кривая 4 – в 25 мм, кривая 5 – провода свиты между собой

Коэффициент распространения определяется из выражения [2]:

$$th \cdot \gamma l = \sqrt{Z_{e.\xi} / Z_{xx}}, \quad (2)$$

коэффициенты фазы  $\alpha$  и затухания  $\beta$ :

$$\alpha = \frac{1}{2l} \cdot \ln M, \quad \beta = \frac{1}{2l} \cdot \psi, \quad (3)$$

где  $Me^{j\psi} = e^{2\gamma l}$ ,  $\underline{\gamma} = \alpha + j\beta = |\gamma|e^{j\varphi_\gamma}$ ,  $l$  – длина проводов исследуемой линии.

На рис. 2 показаны экспериментально полученные зависимости модуля и аргумента коэффициента распространения от частоты.

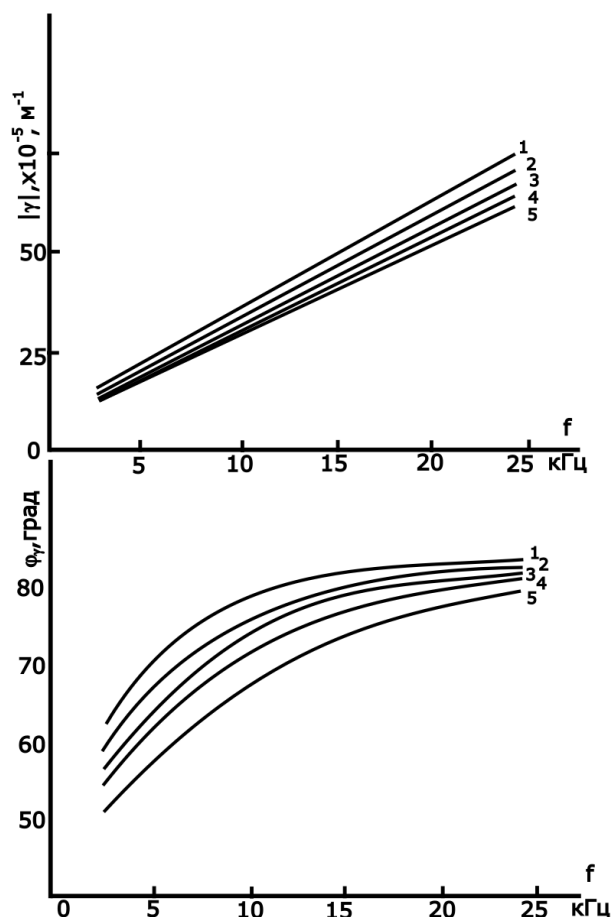


Рис. 2. Зависимости модуля и аргумента коэффициента распространения от частоты, полученные в результате экспериментов с проводами ВП диаметром 0,8 мм. Кривая 1 соответствует расстоянию между проводами в 200 мм, кривая 2 – в 100 мм, кривая 3 – в 50 мм, кривая 4 – в 25 мм, кривая 5 – провода свиты между собой

Первичные параметры определяются по волновому сопротивлению и коэффициенту распространения [3]:

$$\underline{Z}_A \underline{\gamma} = R_0 + jx_0, \quad \underline{\gamma} / \underline{Z}_A = G_0 + jb_0;$$

отсюда:

$$L_0 = x_0 / 2\pi f, \quad C_0 = b_0 / 2\pi f \quad (4)$$

На рис. 3 показаны экспериментально полученные зависимости первичных параметров от частоты при различных расстояниях между проводами.



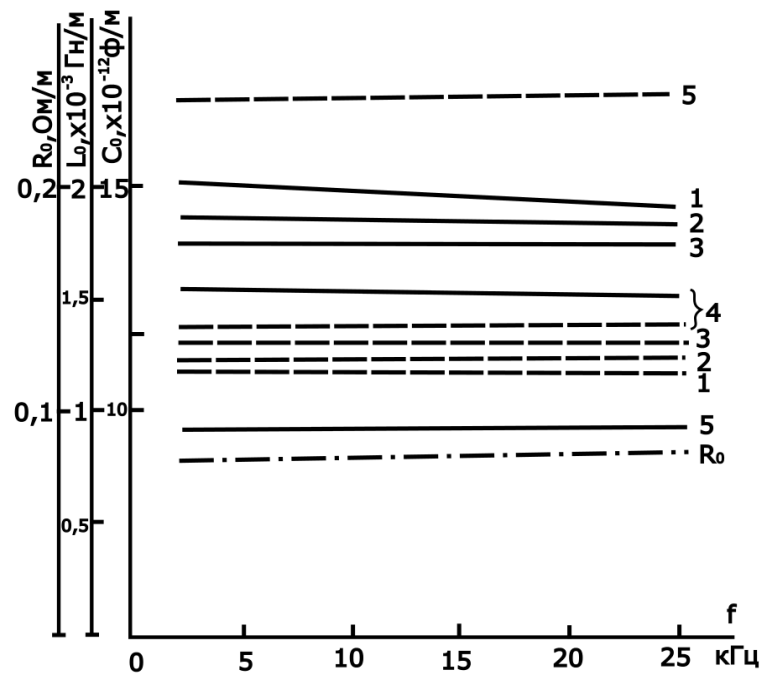


Рис. 3. Экспериментальные графики зависимости от частоты первичных параметров электровзрывной цепи, состоящей из проводов 0,8 мм при различных расстояниях: кривая 1 соответствует расстоянию между проводами в 200 мм, кривая 2 – в 100 мм, кривая 3 – в 50 мм, кривая 4 – в 25 мм, кривая 5 – провода свиты между собой

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили правомерность представления электровзрывной цепи линией с распределительными параметрами, показали хорошую сходимость результатов расчетов и экспериментов.

#### Список литературы

1. Граевский М.М. Справочник по электрическому взрыванию зарядов взрывчатых веществ. Изд. 2-е, перераб. и доб. – М.: Рандеву-АМ, 2000. – 448 с.
2. Петров Ю.С. Основы теории электровзрывания // Изд. «Терек», Владикавказ, 1998. С. 167.
3. Петров Ю.С., Саханский Ю.В., Кодкудаков С.Е. Энергетический баланс в электровзрывной цепи с конденсаторным прибором взрывания». Сборник трудов молодых учёных СКГМИ № 4, изд. «Терек». – Владикавказ, 2007.

## **ОСОБЕННОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ**

***Масков Ю.П.***

доцент кафедры теоретической электротехники и электрических машин, канд. техн. наук, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет), Россия, г. Владикавказ

***Саханский Ю.В.***

доцент кафедры теоретической электротехники и электрических машин, канд. техн. наук, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет), Россия, г. Владикавказ

***Саханская И.В.***

аспирант кафедры теоретической электротехники и электрических машин, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет), Россия, г. Владикавказ

Рассмотрены особенности анализа электрического инициирования зарядов: многофакторность, сложность функциональных зависимостей, определяющих состояние системы, многоцелевой характер исследований; для наиболее полного и адекватного описания системы рекомендуется применение метода Монте-Карло в сочетании с использованием обобщенных переменных.

*Ключевые слова:* электрическое инициирование, заряд, статистическое моделирование, метод Монте-Карло, блуждающие токи.

К взрывным работам предъявляются особые требования по надежности и безопасности [5].

Электрическое взрывание зарядов выгодно отличается по указанным признакам от других видов взрывания. Однако на систему электрического взрывания зарядов в целом и на систему инициирования зарядов, в частности, влияет целый ряд случайных факторов, которые должны учитываться при анализе работы системы с целью повышения ее эксплуатационных характеристик.

Основу системы электрического взрывания составляют заряды и система инициирования [6].

В систему инициирования входят приборы взрывания, магистральные и соединительные провода, электродетонаторы и приборы контроля. Все составляющие системы подвержены действию случайных факторов.

Приборы взрывания с течением времени изменяют свои выходные характеристики (например, емкость конденсатора-накопителя, выходное напряжение, тангенс угла потерь и тому подобное).

Электродетонаторы имеют существенный разброс по параметрам уже при изготовлении: они различаются по сопротивлениям, по импульсам воспламенения, времени передачи (времени задержки) и т.п. Эти параметры

подчиняются, как правило, нормальному закону распределения [2].

Электрические характеристики магистральных и соединительных проводов изменяются с течением времени; их параметры зависят от условий ведения взрывных работ (например, сопротивление изоляции, сопротивление скруток относительно земли существенно снижается в сырых горных выработках, в обводненных условиях и увеличивается в сухих выработках, в условиях минимальной влажности). Причем такая случайная величина, как сопротивление электровзрывной цепи относительно земли влияет не только на входное сопротивление цепи, но и на безотказность срабатывания электродетонаторов, на надежность работы всей системы в целом [12].

Особо следует отметить влияние блуждающих токов на систему электрического инициирования зарядов. Для предотвращения такого влияния, в США [1] предлагают закорачивать выводные провода электродетонаторов вплоть до соединения их в электровзрывную цепь. Однако даже такие меры не гарантируют полной безопасности от действия блуждающих токов, так как после раскорачивания электродетонаторов какое-то время сохраняется возможность стороннего воздействия на них блуждающих токов. Согласно § 100 ЕПБ [3] для уменьшения опасного действия на электровзрывные цепи блуждающих токов необходимо принимать соответствующие меры защиты. При анализе действия блуждающих токов на электродетонаторы обычно ориентируются на наиболее опасную ситуацию [8], что приводит к необходимости применять иногда трудно выполнимые мероприятия (отключение электроустановок, применение защищенных электродетонаторов и так далее).

Аналогичный методический прием используется и для определения условий безотказного срабатывания электродетонаторов, где ведется применительно к наиболее неблагоприятной ситуации в предположении, что наиболее чувствительный электродетонатор обтекается наибольшим током, а наименее чувствительный – наименьшим. Время передачи при этом так же принимается минимальным. Такая методика обычно приводит к занижению результата по определению возможности инициирования максимального количества электродетонаторов взрывным прибором того или иного типа.

Как для теории электровзрывания, так и для практических целей является интересным определение наиболее вероятных, средних значений, параметров, для вероятностного анализа работы системы электрического инициирования зарядов эффективным методом может быть статистическое моделирование (метод Монте-Карло) [12]. Этот метод был успешно использован при анализе воздействия блуждающих токов на электродетонаторы, в результате чего получена важная зависимость между величиной блуждающего тока, который может проникнуть в электровзрывную цепь, и вероятностью его появления в цепи [11]. Метод Монте-Карло отличается простой структурой вычислительного алгоритма. Как правило, составляется программа для осуществления одного случайного испытания, и далее это испытание повторяется  $N$  раз для различных случайных значений, определяющих результат испытания переменных. Каждое последующее испытание не зависит от всех

остальных. Ошибка в конечных результатах вычислений по методу Монте-Карло пропорциональна  $\sqrt{\frac{A}{N}}$ , где  $A$  – некоторая постоянная, а  $N$  – число испытаний. Из этой формулы видно, что для того, чтобы получить в ответе следующий десятичный знак, нужно увеличить число испытаний в сто раз, практически во столько же раз увеличивается объем работы.

В результате применения метода Монте-Карло для исследования процессов при электровзрывании обычно приводит к экспоненциальным законам распределения исследуемых величин [9, 10]. Однако в некоторых случаях возможно применение сочетания двух нормальных законов распределения (например, если учитывается различное направление блуждающих токов в электровзрывной цепи и различные типы блуждающих токов). Тогда общий закон распределения будет состоять из двух нормальных законов со своими среднеквадратическими отклонениями и математическим ожиданием, равным нулю [4]. Статистическое моделирование можно использовать для получения средних значений по производительности взрывных приборов, для получения наиболее вероятных характеристик, определяющих параметры взаимодействия взрывного прибора и электродетонатора. Как показали предварительные исследования, следует использовать обобщенные переменные, которые в свою очередь определяются в результате качественного анализа работы системы.

Из вышеизложенного можно заключить, что особенностями вероятностного анализа систем электрического инициирования электрических зарядов являются:

1. Многофакторность (на систему влияет большое количество факторов, значимость которых существенно различная).
2. Сложность функциональных зависимостей, определяющих состояние системы.
3. Многоцелевой характер исследования (анализ безотказности, безопасности, технологичности, анализ соответствия параметров системы требованиям технологии горного производства и т.п.).

Введение обобщенных переменных, представляющих собой результат действия определенного числа взаимосвязанных случайных факторов, может существенно упростить вероятностный анализ системы. Применение метода Монте-Карло позволит исследовать влияние случайных факторов в любом диапазоне их варьирования. Характерный для статистического моделирования большой объем вычислений не является препятствием для применения метода при современных возможностях вычислительных машин. Вероятностный анализ систем инициирования электрических зарядов дает возможность не только получить усредненные характеристики системы, но и определить степень вероятности отклонения её параметров от нормированных, наметить пути повышения надёжности и безопасности взрывных работ, прогнозировать состояние и характеристики системы в различных условиях её эксплуатации.

### Список литературы

1. Барон В.Л., Кантор В.Х. Техника и технология взрывных работ в США. Недра, 1989 г.
2. Граевский М.М. Справочник по электрическому взрыванию зарядов взрывчатых веществ. Изд. 2-е, перераб. И доб. М.: Рандеву-АМ. -2000. -448 с.
3. Единые правила безопасности при взрывных работах. НПО ОБТ, 1993 г.
4. Защита зарядов взрывчатых веществ от преждевременных взрывов блуждающими токами / под ред. Граевского М.М. – М.: Недра. 1987
5. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Ч. 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности. М.: Издательство «Горная книга», 2011.
6. Петров Ю.С. Основы теории электровзрывания //Изд. «Терек», Владикавказ, 1998. с. 167.
7. Петров Ю.С., Коротков И.М. Технические требования на контрольно-измерительные взрывные приборы. Издание МВК по взрывному делу, М., 1983 г.
8. Петров Ю.С., Масков С.П. Применение общей теории электровзрывания к анализу безотказности инициирования электродетонаторов постоянным напряжением. Сборник трудов СОО АНВШ РФ №9 2011 г.
9. Петров Ю.С., Масков Ю.П., Петрова В.Ю. Анализ электромагнитного влияния высоковольтных линий электропередач на электровзрывные цепи в условиях горных территорий. Сборник трудов VII Международной научной конференции «Устойчивое развитие горных территорий условиях глобальных изменений», г.Владикавказ, 14-16 сентября 2010 г.
10. Петров Ю.С., Масков Ю.П., Худинян С.Г. Опасные проявления блуждающих токов на горных предприятиях. Сборник трудов VII Международной научной конференции «Устойчивое развитие горных территорий условиях глобальных изменений», г.Владикавказ, 14-16 сентября 2010 г.
11. Петров Ю.С., Пагиев К.Х. Статистическое моделирования воздействия блуждающих токов на различные технические системы и объекты. Материалы 3-й Международной научно-технической конференции «Информационные технологии и системы», г.Владикавказ, 2003 г.
12. Петров Ю.С., Пагиев К.Х., Кубанцев Е.В. Непрерывный контроль параметров электровзрывных цепей относительно земли». Тезисы докладов международной конференции «Безопасность и экология горных территорий», Владикавказ, 1995 г.

### СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНАЛИЗА РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Миков Д.А.*

ассистент кафедры «Информационная безопасность» (ИУ8),  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

В статье рассматриваются особенности этапов анализа рисков информационной безопасности, проводится сравнительный анализ основных методов реализации процесса. Предложенные способы усовершенствования позволяют создать гибкую и универсальную систему риск-менеджмента информационной безопасности в организациях различных видов деятельности и повысить общую эффективность системы защиты информации.

*Ключевые слова:* информационная безопасность, оценка информационных рисков, факторы риска, этапы оценки рисков, методы оценки рисков.

В настоящее время для анализа рисков информационной безопасности используется множество различных методов и средств. При этом в исследованиях, изучающих и сравнивающих эффективность этих методов в различных условиях, не принимается во внимание следующий важный факт.

Анализ информационных рисков, несмотря на имеющиеся специфические для него нюансы в различных сферах деятельности, представляет собой упорядоченный процесс, состоящий из одних и тех же этапов, на каждом из которых могут быть применены свои методы и средства. Поэтому первоочередное внимание в исследованиях такого рода следует уделять не результативности методов вообще, а их эффективности на том или ином этапе процесса, возможностям их сочетаний и комбинаций, способам перехода от одного метода к другому, обеспечивающим корректную интерпретацию результатов [7, 8].

Процесс анализа информационных рисков представлен на рис 1.

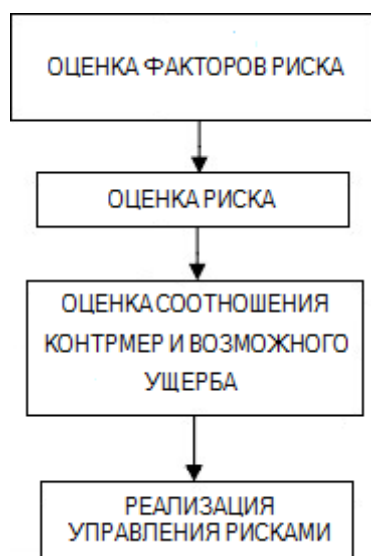


Рис. 1. Процесс анализа рисков информационной безопасности

1. Составляется перечень всех факторов риска (угрозы информационной безопасности, потенциально возможный ущерб, уязвимости автоматизированной системы, контрмеры) и проводится их оценка.

2. Проводится оценка риска информационной безопасности на основе значений факторов риска, полученных на предыдущем этапе.

3. Проводится расчёт соотношений риска, затрат на приобретение и внедрение необходимых контрмер и выгоды, получаемой от их реализации.

4. Выбирается и реализуется необходимый метод управления риском.

Как правило, для оценки риска информационной безопасности используются те же методы, что и для оценки его факторов. Эти методы делятся на 2 большие группы – количественные и качественные.

Количественные методы основаны на анализе накопленной статистической информации. Они оценивают требуемые характеристики и вычисляют итоговые значения в заранее определённых единицах измерения.

Качественные методы оценивают требуемые характеристики с использованием различных шкал и основаны на экспертных опросах, проводящихся с помощью чек-листов, анкетирований, мозговых атак, метода Дельфи. При этом факторы риска не получают какой-либо количественной оценки, а применяются интерпретирующие описания уровней шкалы.

Сравнительный анализ этих методов представлен в таблице [7].

Таблица

**Сравнительный анализ количественных и качественных методов оценки рисков**

Методы оценки	Количественные методы	Качественные методы
<b>Достоинства</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Позволяют численно оценить последствия инцидентов.</li> <li>2. Позволяют оценить затраты и прибыль при выборе защиты.</li> <li>3. Более точно отображают уровень оцениваемых величин.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Позволяют определить наиболее критичные области в кратчайшее время и без значительных затрат.</li> <li>2. Оценка относительно лёгкая и дешёвая.</li> </ol>
<b>Недостатки</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка зависит от объёма и точности накопленной статистической информации.</li> <li>2. Полученные результаты могут вводить в заблуждение, сложнее поддаваться интерпретации.</li> <li>3. Оценка более дорогостояща и трудоёмка, требует сложных математических расчётов и средств автоматизации.</li> <li>4. Необходима детальная информация о состоянии внешней и внутренней среды автоматизированной системы.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Невозможно численно оценить полученные вероятности и результаты.</li> <li>2. Оценка затрат и прибыли при выборе защиты гораздо сложнее.</li> <li>3. Полученные результаты субъективны, имеют общий, приближённый характер.</li> <li>4. Отсутствует стандартизация, то есть каждый эксперт имеет свою собственную интерпретацию процесса и результата оценки.</li> </ol>

Этап оценки соотношения контрмер и возможного ущерба заключается в выборе таких контрмер, которые позволили бы снизить риск информационной безопасности до приемлемого уровня. При этом затраты на приобретение, внедрение и реализацию этих контрмер не должны превышать величину потенциально возможного ущерба, иначе организация понесёт убытки, связанные с неэффективными инвестициями в информационную безопасность.

Поэтому для правильного выбора контрмер необходима экономическая оценка эффективности инвестиций в информационную безопасность. Для решения этой задачи применяется множество разнообразных методов, подробно описанных и рассмотренных в отечественной и зарубежной литературе:

- 1) ожидаемые годовые потери (ALE);
- 2) окупаемость инвестиций (ROI);
- 3) внутренняя норма доходности (IRR);
- 4) корректирование дисконтной ставки (надбавка за риск);
- 5) метод коэффициентов достоверности;
- 6) анализ чувствительности;

- 7) анализ сценариев развития проекта;
- 8) построение дерева принятия решений;
- 9) методы теории игр (критерий Вальда – MAXIMIN, критерий Сэвиджа – MINIMAX, критерий Гурвица);
- 10) метод Монте-Карло.

По результатам данной оценки происходит реализация последнего этапа – управления информационными рисками, где возможны 4 варианта:

- 1) минимизация риска (выполнение действий для уменьшения вероятности и/или негативных последствий, связанных с риском);
- 2) принятие риска (готовность организации понести ущерб от конкретного риска в случае, если его уровень считается приемлемым);
- 3) уклонение от риска (отказ от вовлечения в рискованную ситуацию или действие, предупреждающее её возникновение);
- 4) передача риска (перенесение ответственности на третьи лица).

Исследование существующих методов и средств анализа рисков информационной безопасности позволяет выявить целый ряд способов усовершенствования данного процесса:

- 1) разработка эффективного метода выявления и составления перечня факторов риска (структурный анализ функционирования автоматизированной системы с помощью построения IDEF0-модели) [1, 2];
- 2) обеспечение максимальной согласованности и адекватности оценок факторов риска (использование коэффициента конкордации и применение методов оптимизации, сведение оценки к задаче линейного программирования) [3, 4, 6, 9];
- 3) разработка метода оценки риска на основе значений факторов, адаптивного к качественным данным, устраняющего чрезмерную субъективность экспертных мнений и учитывающего неопределённость и чувствительность риска (интеллектуальные методы моделирования) [4, 5, 6].

Выделяют 2 параметра в неопределённости риска как общего понятия:

- 1) отсутствие точного знания (неясность) о состоянии всех факторов риска в системе;
- 2) нечёткость классификации риска в условиях функционирования конкретной системы.

Неопределённость связана, в первую очередь, с отсутствием всестороннего анализа функционирования автоматизированной системы и низкой эффективностью статистических и экспертных методов при оценке риска.

Чувствительность риска заключается в неравномерном влиянии различных факторов на уровень риска в тех или иных условиях. Учёт чувствительности необходим для выявления факторов, подлежащих как можно более точной оценке, и факторов, при оценке которых точность менее важна, вследствие меньшей зависимости уровня риска от них.

Модифицированный и усовершенствованный процесс анализа рисков информационной безопасности показан на рис. 2.



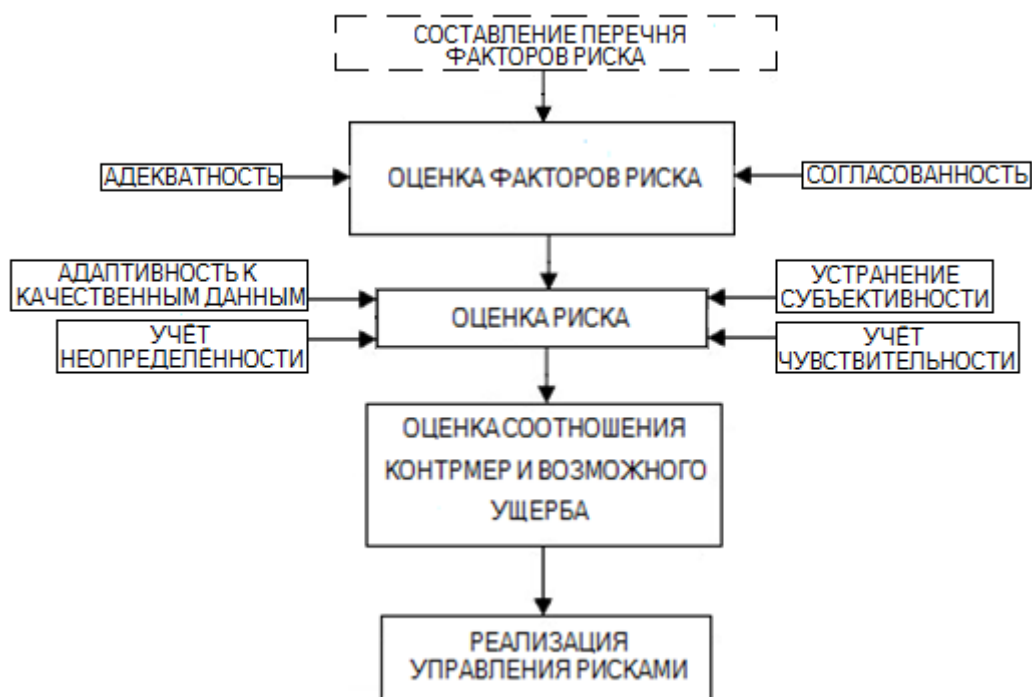


Рис. 2. Возможности усовершенствования анализа рисков информационной безопасности

Поскольку процесс анализа информационных рисков представляет собой единый алгоритм, то разработанные методы необходимо объединить в единую систему. Исследования по разработке методике, реализующей предложенные возможности усовершенствования, основаны на дополнении классических количественных и качественных методов такими интеллектуальными методами, как нечёткое моделирование и искусственные нейронные сети.

#### Список литературы

1. Анализ информационных рисков виртуальных инфраструктур здравоохранения / Т.И. Булдакова, С.И. Суятинов, Д.А. Миков // Информационное общество. 2013. №4. С. 6.
2. Булдакова Т.И., Миков Д.А. Анализ информационных процессов виртуального центра охраны здоровья // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 2014. №2. С. 10-20.
3. Булдакова Т.И., Миков Д.А. Метод повышения адекватности оценок информационных рисков // Инженерный журнал: наука и инновации. 2012. №3 (3). С. 36.
4. Булдакова Т.И., Миков Д.А. Методика анализа информационных рисков с применением нейро-нечёткой сети // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 2015. №4. С. 13-17.
5. Булдакова Т.И., Миков Д.А. Оценка информационных рисков в автоматизированных системах с помощью нейро-нечёткой модели // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. 2013. №11. С. 295-310.
6. Булдакова Т.И., Миков Д.А. Реализация методике оценки рисков информационной безопасности в среде MATLAB // Вопросы кибербезопасности. 2015. №4 (12). С. 53-61.
7. Миков Д.А. Анализ методов и средств, используемых на различных этапах оценки рисков информационной безопасности // Вопросы кибербезопасности. 2014. №4 (7). С. 49-54.
8. Миков Д.А. Основные этапы оценки информационных рисков и способы их реализации // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014. № 5-3. С. 103-106.
9. Миков Д.А. Управление информационными рисками с использованием экспертного опроса. Германия, Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 83 с.

## ТЕХНИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ РАЗРУШЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБ ПРИ ДЕФЕКТЕ РИСКА НА ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

*Мокроусов В.И.*

инженер-технолог, дивизион труб большого диаметра, АО «Выксунский металлургический завод», Россия, г. Выкса

Предложен критерий упругопластического разрушения стальных труб большого диаметра при дефекте риска. Результаты исследования могут быть использованы при диагностике причин разрушения стальных труб большого диаметра магистральных газонефтепроводов.

*Ключевые слова:* стальные сварные трубы большого диаметра, критическое давление разрыва трубы, дефект риска.

**Производство труб большого диаметра.** Современные магистральные трубопроводы являются высоконагруженными электросварными конструкциями, работающими в экстремальных условиях под действием высокого внутреннего давления и внешних неблагоприятных условий: низких температур окружающей среды, общей и стресс-коррозии, развивающейся при взаимодействии механических и электрохимических факторов. В настоящее время происходит переход к трубопроводам нового поколения, которые отличаются повышенной экономической и эксплуатационной эффективностью [1–55]. Ценовые показатели проектов трубопроводов определяются использованием труб из высокопрочных сталей и минимальной металлоемкостью.

Анализ развития мировой инфраструктуры перспективного потребления труб большого диаметра до 2014 г. показывает резкий рост объемов строительства трубопроводов, который составляет 89,9 тыс. км. При этом общая доля России составляет 18,8 тыс. км (21%), т.е. более 10 млн. т.

Сварные трубы для магистральных трубопроводов изготавливают прямошовными и спиральношовными, с диаметром 529...1420 мм и толщиной стенки 8...40 мм. Основным сортаментом, принятым «Газпромом» в качестве базового для строительства магистральных газопроводов Северный и Южный поток, Ямал – Центр, Сахалин-1, Сахалин-2 и нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан», являются сварные одношовные прямошовные трубы диаметром до 1420 мм.

В проектах Газпрома и Транснефти предусматривается применение труб из стали класса прочности X70, X80 и даже X100 по API с диаметром 1420 и 1220 мм, толщиной стенки до 43 мм, длиной до 18 м, рабочим давлением до 250 атмосфер (24,7 МПа), трехслойным наружным изоляционным антикоррозионным покрытием и внутренним гладкостным покрытием для прокладки сухопутных и подводных морских участков трубопроводов.

Обеспечение высоких требований к надежности труб при эксплуатации перспективных магистральных трубопроводов обуславливает необходимость создания и освоения промышленного производства современных материалов

с повышенным комплексом прочностных свойств, ударной вязкости, хладостойкости и специальных технологических свойств.

Современные трубоэлектросварочные агрегаты (ТЭСА), на которых производят прямошовные трубы большого диаметра, состоят из линий подготовки листовой заготовки, ее формовки, сварки и последующей отделки: термической обработки, калибровки, гидроиспытания и покрытия. На таких ТЭСА используют различные способы холодной формовки листовой трубной заготовки в цилиндрическую заготовку: гибку в вальцах и на прессах и спиральную формовку.

При формовке в вальцах лист изгибается между тремя или четырьмя валками, но длина получаемых труб ограничена (не более 6...8 м). Спиральношовная формовка листа постоянной ширины применяется для изготовления труб различного диаметра (до 1620 мм), но ограниченной толщины (до 20 мм).

Прессовая формовка трубных заготовок получила наибольшее распространение в зарубежной и отечественной практике при производстве прямошовных труб большого диаметра до 1020 мм и толщиной стенки 7...32 мм из сталей классов прочности от К38 до К60 (схема UOE). Для производства труб диаметром до 1420 мм с толщиной стенки до 48 мм и длиной до 18 м применяется формовка листовой заготовки на прессах с использованием процесса пошаговой формовки (схема JSOE), при котором подгибка заготовки осуществляется вначале с одной стороны до центра штрипса, а затем подгибка осуществляется с другой стороны с определенной подачей – шагом штрипса под штамп.

За рубежом основными производителями прямошовных одношовных труб для магистральных газопроводов диаметром  $\geq 1220$  мм являются фирмы "Manesmann Demag Meer" (Германия), "Ytalsider" (Италия) и "Син ниппон сэйтэцу" (Япония). На ТЭСА фирмы "Mannesmann Demag Meer" производят трубы диаметром до 1620 мм с толщиной стенки до 40 мм и длиной до 18 м.

В России производство прямошовных одношовных труб для магистральных газопроводов диаметром  $\geq 1220$  мм осуществляется на заводах: Выксунском (ВМЗ), Ижорском (ИжТЗ), Волжском и Челябинском (ЧТПЗ).

Таким образом, мощности российских трубных заводов по выпуску сварных прямошовных труб большого диаметра современной конструкции достигли 4,0 млн.т.

Для теории и практики трубного производства крайне важно знать зависимость механических свойств труб от возможных производственных дефектов, которые резко снижают эксплуатационные характеристики труб.

**Производственные дефекты стального листа и труб.** Перед формовкой труб стальной лист правят на листопрямильных машинах [2, 3, 5, 6, 47–49, 52]. Дефект несплавления сварного продольного шва при сборке трубы изучался в работах [3, 5, 6, 30], дефект остаточных напряжений стального листа после трубоформовочного пресса – в [3, 5, 6, 31], дефект «точка перегиба» при изгибе трубной заготовки на трубоформовочном прессе – в [3, 5, 6, 32].

**Критерий упругопластического разрыва трубы при внутреннем давлении и дефекте риска.** *Риска (царапина)* – дефект поверхности трубы в виде канавки без выступа кромок с закругленным или плоским дном, образовавшийся от царапания поверхности металла листа или трубы прокатной арматурой без изменения структуры и неметаллических включений. На рис. 1 показан продольный и поперечный вид риски на внешней поверхности трубы.

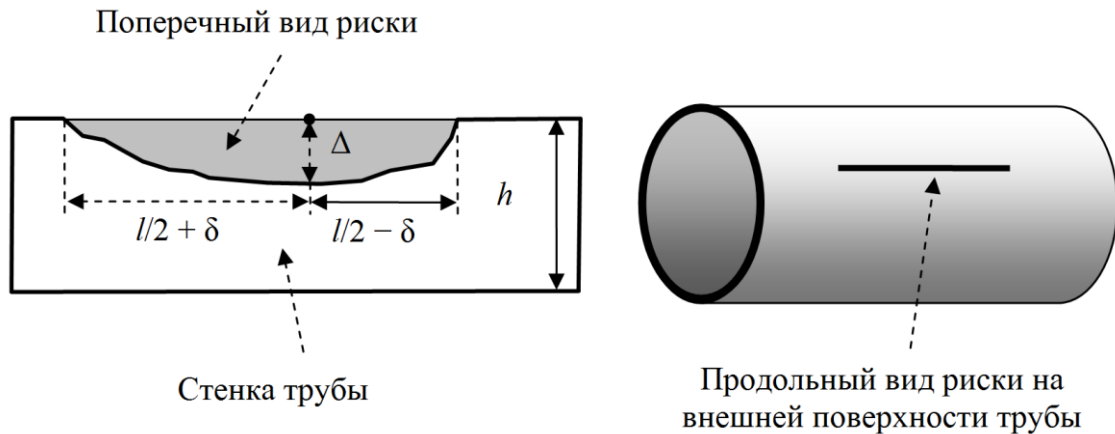


Рис. 1. Дефект риска на внешней поверхности трубы



Рис. 2. Дефект риска на поверхности стальной трубы

Пусть  $p$  – внутреннее давление трубы;  $h$  и  $D$  – толщина стенки и внешний диаметр трубы;  $\sigma_v$  – предел прочности материала трубы;  $l$ ,  $\Delta$  и  $\delta$  – поперечная ширина риски, глубина риски и смещение наибольшей глубины риски от ее центра ( $0 \leq \delta < l/2$ ),  $\varphi$  – угол наклона линии риски к продольной оси симметрии трубы.



Рис. 3. Стальная труба трубопровода с рисками на поверхности

По теории упругопластического течения деформацию элементов сплошной среды можно представить как сумму упругой и пластической деформаций. При этом упругая деформация подчиняется обобщенному закону Гука, а пластическая деформация подчиняется теории Сен-Венана–Мизеса.

Если риска находится на внешней поверхности трубы, то разрушение поверхности трубы происходит, когда максимальные касательные напряжения в основании риски достигнут половины предела прочности материала трубы:

$$p \geq p_{sh}^{критич} = \frac{\sigma_B \cos \varphi}{\mu D \left( \frac{(h+2\Delta)}{2(h-\Delta)^2} + \frac{1}{h} \sqrt{\frac{\Delta}{l/2-\delta}} \right)}$$

где  $\mu = \text{const} \geq 1$  – экспериментальный безразмерный коэффициент.

**Пример дефекта риска на поверхности стальной трубы.** На рис. 2 – 4 показана стальная труба магистрального трубопровода «Восточная Сибирь – Тихий Океан» с дефектом риска на внешней поверхности трубы. Глубина и ширина риски соответственно равны 0,4 мм и 8 мм. Геометрические и прочностные характеристики стальной трубы: диаметр трубы  $D = 1220$  мм, толщина стенки трубы  $h = 19$  мм, класс прочности стали К60, предел прочности стали  $\sigma_B = 684$  МПа.





Рис. 4. Исследование риски на поверхности трубы электронной аппаратурой

*Автор выражает благодарность научному руководителю, профессору, д.ф.-м.н. Владимиру Николаевичу Шинкину (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС») за обсуждение статьи и ценные замечания.*

#### **Список литературы**

1. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
2. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. – М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопрямляющей машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироликовой листопрямляющей машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироликовой листопрямляющей машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.

10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироликовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.
11. Шинкин В.Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.
12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.
13. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.
14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.
15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.
16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.
17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.
18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.
19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.
20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.
21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.
22. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.
23. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.
24. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.
25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.
26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.
27. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Барыков А.М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.
28. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.
29. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.

30. Шинкин В.Н., Барыков А.М., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // Производство проката. 2012. № 2. С. 14–16.
31. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // Производство проката. 2012. № 7. С. 25–29.
32. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // Производство проката. 2012. № 9. С. 21–26.
33. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с рисккой» // Производство проката. 2012. № 12. С. 19–24.
34. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // Metallurgist. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.
35. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 3–1. С. 64–67.
36. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. С. 114–119.
37. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5–1. С. 96–99.
38. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6–1. С. 115–118.
39. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7–1. С. 74–78.
40. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8–1. С. 78–83.
41. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9–1. С. 73–77.
42. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10–1. С. 153–157.
43. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 252–257.
44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямительной машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 257–262.
45. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатирولیковой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–1.
46. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–1.
47. Шинкин В.Н., Федотов О.В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. С. 43–48.



48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. С. 7–15.
49. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатирولیковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Agrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.
50. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.
51. Шинкин В.Н., Борисевич В.Г., Федотов О.В. Холодная правка стального листа в четырехроликовой листопрямительной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Т. 2. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 119–121.
52. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатирولیковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Agrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.
53. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.
54. Шинкин В.Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. С. 7–11.
55. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57–64.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТЛОЖЕНИЯ НАНОСОВ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ ОРТО-ТОКОЙ**

*Муканов Т.А.*

доцент кафедры “Промышленно-гражданское строительство и гидротехнического строительства”, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г. Бишкек

Статья посвящена одной из самых актуальных и до настоящего времени освещенных в недостаточной мере вопросов – точному определению и особенно, прогнозированию потерь ёмкости русловых водохранилищ и вопросу размещения наносов в ирригационных и энергетических водохранилищах. Совершенствование технологической эксплуатации сооружений и водохранилищ и рассмотрение методики определения и прогнозирования объема заиления водохранилища Орто-Токой.

*Ключевые слова:* гидроузлы, эксплуатация водохранилищ, наносы, гранулометрический состав, твердый сток, обеспеченность, расход наносов, река, мутность.

Течение воды в реках вызвано уклоном водной поверхности от истока к устью: чем больше уклон, тем выше скорость течения. Эта скорость зависит также от средней глубины, извилистости и шероховатости русла. Она различна на плесах и перекатах: в межень больше на перекатах, в половодье – на плесах.

Скорость течения уменьшается от истока к устью реки. Скорость течения реки – это усредненная скорость течения отдельных струй речного потока. Скорости струй неодинаковы в разных точках поперечного разреза потока, площадь которого называют живым сечением русла реки. Скорость струи максимальна над самым глубоким местом вблизи поверхности воды в точке, отстоящей от поверхности примерно на 0,2 глубины. От этой точки скорость струй уменьшается ко дну реки и к ее берегам. На поверхности воды скорость струй максимальна над самым глубоким местом. Линия, соединяющая на водной поверхности точки с наибольшими скоростями течения струй и с наибольшей глубиной русла, называется стрежнем реки. На изгибах русла одновременно с течением вдоль него наблюдается и поперечное течение: на поверхности – в сторону вогнутого берега, у дна – в сторону выпуклого. Так что на криволинейных участках реки поток воды как бы "ввинчивается" вдоль русла вниз по течению. Это винтообразное течение воды "сносит" стрежень реки ближе к вогнутому берегу. Таким образом, на прямолинейных участках реки скорость течения наибольшая в середине русла, на криволинейных – ближе к вогнутому берегу. При изменении уровня воды возникают два дополнительных поперечных течения между серединой реки и ее берегами. При подъеме воды эти течения на поверхности воды направлены от середины к берегам, на дне – от берегов к середине, а посередине реки – снизу-вверх. При спаде воды – наоборот. Наносные образования наблюдаются на всех реках. Наиболее характерный вид отложения наносов – коса, которая образуется у выпуклого берега в виде клина, идущего под углом вниз по течению. Коса постепенно уходит под воду, далеко вдаваясь в русло реки. Отложения наносов в русле могут иметь вид подводного или надводного осередка. Перекаты. Это устойчивое наносное образование в виде вала, пересекающего русло реки (в народе его часто называют бродом). Является основным фактором, усложняющим судоходство на реках. Чаще всего перекаты находятся в местах перехода потока воды из одной извилины в другую. В половодье направления течения параллельны берегам перекатов, в межень – зависят от их особенностей. Так, от формы подвала зависит образование свального течения: например, у переката с ровным подвалом четко выраженный стрежень реки совпадает с осью корыта и нет свальных течений [1].

Твердый материал переносится реками тремя способами: растворенным, взвешенным и волочением по дну. Первый способ почти не играет в образовании россыпей никакой роли, второй – очень подчиненную (при переносе косового золота), третий является основным. Главная масса твердого материала переносится рекою во время половодья. В это время количество воды и скорость ее течения настолько велики, что река приводит в движение значительный слой наносов, покрывающих ее дно. Этот слой движущихся донных наносов обычно имеет мощность в несколько дециметров, а иногда 1–2 м. [2].

Мутностью называется количество взвешенных наносов, приходящихся на единицу объема воды. Мутность измеряется в г/л или кг/м<sup>3</sup>.

Твердым расходом называют количество наносов, проносимых через живое сечение потока в одну секунду. Выражается твердый расход в кг/с. Твердый сток реки в данном сечении представляет собой количество наносов, транспортируемых потоком за определенный промежуток времени (месяц, год и так далее). Годовой сток наносов больших рек измеряется миллионами тонн. В равнинных реках влекомые наносы составляют незначительную часть, примерно 1–5% стока наносов.

Твердый сток определяют для оценки условий заиления водохранилища и назначения мертвого объема, предназначенного для заиления в течение расчетного периода эксплуатации водохранилища. В ряде случаев при проектировании гидроузлов необходимо обеспечить транзит наносов из водохранилища в нижний бьеф.

В зависимости от емкости полезного объема водохранилища, величин среднего годового стока осуществляться сезонное, годичное и многолетнее регулирование.

Годичное регулирование служит для перераспределения стока в течение года. При годичном регулировании воду в водохранилище накапливают во время паводков, так как обычно в этот период расходы потребления меньше расходов притока. Используют накопленные объемы воды дополнительно к бытовому стоку в маловодные периоды года.

Многолетнее регулирование служит для перераспределения бытового стока в течение нескольких лет, причем запасы воды в водохранилище накапливаются в многоводные годы и расходуют в маловодные. Таким образом, при многолетнем регулировании полный цикл колебаний уровня в водохранилище имеет продолжительность несколько лет.

Многолетнее регулирование – это дополнительный попуск воды из водохранилища в маловодные годы [1].

Сезонное регулирование вызывается, в первую очередь, потребностями ирригации, недельное и суточное – графиком производства электроэнергии.

Водохранилища аккумулируют большую часть материала, поступающего с поверхностным стоком в результате обрушения берегов. Не более 4–10% от всех поступающих наносов сбрасывается в нижний бьеф и, следовательно, не менее 90–95% идет на формирование донных отложений

Источник поступления материала подразделяют на 5 групп:

- поверхностный сток;
- размыв берегов и дна;
- продуцирование фитопланктона и высшей водной растительности;
- физико-химические процессы в водоемѐ;
- золотые процессы.

У горных водохранилищ берега, которых сложены скальными породами, это соотношение существенно иное; так, на Орто-Токойском водохранилище среднегодовое поступление грунта от абразии берегов составляет только 9,1 %, а с речным стоком поступает 89,8%.

Поступающие в водохранилище наносы распределяются по его дну и формируют грунтовый комплекс отложений. Состав и размещение донных

отложений у водохранилищ могут быть самыми разнообразными и зависят от величины сработки и степени проточности водохранилища, режима течений и волнений, количества и крупности наносов. На указанные факторы сильно влияют: географическое положение водохранилища, его размеры и морфология. В каждом конкретном водоеме определяющие факторы – характер и количество грунтообразующего материала и гидродинамическая активность водных масс.

В русловых водохранилищах преобладающая форма гидродинамической активности – течения, в водохранилищах долинного и озерного типов – волнения. При изучении водохранилищ донные грунты были разделены на три основные группы:

а) первичные затопленные почвы, существенно не изменившие свои свойства;

б) трансформированные затопленные почвы, в значительной мере утратившие прежние свойства;

в) вторичные грунты (галечники, пески, илы, образованию которых предшествует предварительная сортировка их частиц, и отложения из макролитов).

Галечники, гравелистые и крупнозернистые пески развиты преимущественно в горных и предгорных водохранилищах, в основном в дельтах впадающих в водохранилище рек. Пески по образованию можно разделить на русловые, прибрежные и пески открытых пространств, илистые пески образуются на границе распространения песков, где наблюдаются изменения гидродинамической активности. Песчанистые и серые илы делятся по происхождению на аллювиальные и местные; первые образуются из вносимых в водохранилище аллювиальных наносов, место их накопления служат зоны выклинивания подпора, а местные илы формируются в основном из продуктов размыва берега и ложа водохранилища. В формировании всех лов участвуют остатки торфа, затопленной наземной растительности, продукты ветрового переноса, остатки водной фауны и флоры.

В связи с резким уменьшением скорости течения в хвостовой части водохранилища происходит концентрированное отложение наносов обычно крупностью 0,25мм и выше подобно тому, как это наблюдается в устьях рек. Более тонкие наносы оседают на всем протяжении водохранилищ и частично выносятся потоком в нижний бьеф. При сработке водохранилищ место выклинивания кривой подпора перемещается по направлению к плотине в связи, с чем происходят размыв и перемещение ранее отложенных наносов в этом же направлении, а при наполнении водохранилища место отложения наносов вновь перемещается вверх по реке. Периодическое перемещение места концентрированного отложения наносов приводят к заполнению Мертвого объема водохранилища. Этому же способствует переработка берегов и вдоль берегового перемещения наносов.

В занесении и заилении горных водохранилищ в ряде случаев существенное значение имеют оползни и обрушение берегов. Создание глубоких водохранилищ с большой (до 50–80 м) и сравнительно быстрой сработкой

уровня приводит к нарушению устойчивости их крутых высота берегов. Эти нарушения состоят в следующем:

- взвешивание пород при наполнении и утяжеление их (вследствие большого водонасыщения) при сработке;
- ослабление прочности пород и снижение их сопротивления сдвигу в результате переменного водонасыщения и высыхания, выветривания, выщелачивания и др.;
- развитие гидродинамики давления воды на породы с нагорной стороны при сработке водохранилища;
- подмыв основания склонов волнами и течениями.

Подводный рельеф водохранилищ формируется в основном за счет нивелировки дна волнами и заиления пониженных участков износами, поступающими в водохранилище во взвешенном состоянии из основной реки и ее притоков и в результате переработки берегов. Процесс формирования подводных отмелей вдоль берегов имеет сезонную ритмичность. Наиболее интенсивно обрушение берегов происходит весной, а рост и выполаживание прибрежных отмелей – летом. Указанные процессы протекают по-разному на различных участках водохранилищ. По характеру руслового режима предлагает разделить большие водохранилища на реках на пять зон:

1) глубоководная (приплотинная) зона. Эта зона характеризуется наибольшим подъемом уровня воды. Волна, как правило, не деформирует дно. Берега и прибрежная зона подвергаются здесь наибольшему переформированию. Переработка берегов является источником образования большого количества наносов, формирующих отмели, косы, бары;

2) зона средних глубин, которая при НПУ мало, чем отличается от первой зоны. При сработке же водохранилище в этой зоне остается озеровидным, но становится мелководным, на ряде участков волна активно взаимодействует с дном и нивелирует его; русла и старицы заносятся. Переработка берегов происходит медленнее, чем в нижней зоне, так как при сработке водохранилища размыв почти прекращается;

3) верхняя зона, которая при НПУ иногда является широким, но мелководным водоемом, поэтому волнение развивается слабо переработка берегов идет медленными темпами. При сработке водохранилища зеркало сужается до пределов бытового русла. Процесс нивелирования волной дна идет довольно активно;

4) зона выклинивания подпора, которая в зависимости от высоты стояния уровней может быть дельтой или рекой. Переработка берегов еще менее значительна. Наносы эрозионного происхождения приносятся главной рекой и боковыми выносами. В каскадах водохранилищ эта зона практически отсутствует;

5) зона небольших заливов, в которой не осаждаются как со стороны водохранилища, образуя бар, так и сверху (конус выноса). Между ними создается лагуна. В небольших заливах образуемая лагуна постепенно заносится, и конус выноса смыкается с баром. Переработка берега невелика.

Указанные изменения гидрологического режима и других природных процессов, происходящие в результате создания водохранилищ и регулирования ими стока, оказывают существенное влияние на отрасли водного хозяйства. Народнохозяйственное значение и последствия преобразования режима рек для отраслей водного хозяйства освещаются во второй главе работы.

Заиление водохранилища – это процесс занесения его чаши наносами, а переформирование его берегов – изменение первоначальной формы береговых склонов из-за разрушения надводной части склонов волнами и образования береговых отмелей. Акваторию, примыкающую к плотине сверху и снизу, называют бьефом; выше плотины – верхним, ниже – нижним. Уровень воды, образующийся в водохранилище в результате подпора, то есть подъема уровня воды с помощью плотины, называют подпорным уровнем воды.

У горных водохранилищ берега, которых сложены скальными породами, это соотношение существенно иное; так, на Орто-Токойском водохранилище среднегодовое поступление грунта от абразии берегов составляет только 9,1%, а с речным стоком поступает 89,8%.

Поступающие в водохранилище наносы распределяются по его дну и формируют грунтовый комплекс отложений. Состав и размещение донных отложений у водохранилищ могут быть самыми разнообразными и зависят от величины сработки и степени проточности водохранилища, режима течений и волнений, количества и крупности наносов. На указанные факторы сильно влияют: географическое положение водохранилища, его размеры и морфология. В каждом конкретном водоеме определяющие факторы – характер и количество грунтообразующего материала и гидродинамическая активность водных масс.



Рис. 1. Вид хвостовой части водохранилища

При изучении водохранилищ донные грунты были разделены на три основные группы:

а) первичные затопленные почвы, существенно не изменившие свои свойства;

б) трансформированные затопленные почвы, в значительной мере утратившие прежние свойства;

в) вторичные грунты (галечники, пески, илы, образованию которых предшествует предварительная сортировка их частиц, и отложения из макролитов).



Рис. 2. Средняя часть, левый берег водохранилища



Рис. 3. Средняя часть, правый берег водохранилища

В занесении и заилении горных водохранилищ в ряде случаев существенное значение имеют оползни и обрушение берегов. Создание глубоких водохранилищ с большой (до 50–80 м) и сравнительно быстрой сработкой уровня приводит к нарушению устойчивости их крутых высота берегов. Эти нарушения состоят в следующем:

- взвешивание пород при наполнении и утяжеление их (вследствие большого водонасыщения) при сработке;
- ослабление прочности пород и снижение их сопротивления сдвигу в результате переменного водонасыщения и высыхания, выветривания, выщелачивания и др.;
- развитие гидродинамики давления воды на породы с нагорной стороны при сработке водохранилища;
- подмыв основания склонов волнами и течениями.

В результате воздействия этих процессов активизируются существующие и возникают новые оползни, достигающие иногда огромных размеров.

Но имеющимся расчетам крупные водохранилища на равнинных реках могут заиливаться лишь в течение нескольких столетий, водохранилища же, созданные на горных реках, если не принимать своевременно соответствующую

ших мер, могут быть заполнены наносами в течение нескольких десятков лет, а иногда и быстрее. Борьба с заилением небольших горных водохранилищ ведется путем их гидравлического промыва; в отдельных случаях приходится применять средства механической очистки водохранилищ от отложений.

Данные о поступающих в Орто-Токойском водохранилище расходах воды и сброса, а также длин кривых подпора при производстве съемок приводится в таблице 1.

При отметке воды в водохранилище 727,3 м, после трехкратного наполнения и сработки вышеуказанной отметки, скорости течения, на участке выклинивания кривой подпора (на расстоянии 5000 м от плотины) составили 1,4-1,1 м/сек против бытовых в реке 2,4 -2,7 м/сек. Ниже по течению от начального створа на 330 м скорости убывают до 0,8 м/сек, а еще ниже на 260 м становятся равным 0,6 м/сек. При этом отметим, что большие значения скорости в рассматриваемых створах наблюдаются на участках затопленного русла реки, а меньшие на участках затопленной поймы.

Таблица 1

**Длины кривых подпора**

Год	Дата производства съема	Горизонт воды в водохранилище	Поступающий расход, м <sup>3</sup> /сек	Сброс из водохранилища, м <sup>3</sup> /сек	Длина кривой подпора, м
2006	25.07 -10.07	727,3	55,0	60,0	5020
2007	19.07 -25.07	741,5	48,5	71,0	10600
2008	6.07 -12.07	748,8	30,0	115,0	12200

Такая картина распределения скоростей наблюдается при расходе в реке 55,0 м<sup>3</sup>/сек и сбросе 60,0 м<sup>3</sup>/сек.

При отметке воды в водохранилище 741,5 м скорости течения на участке выклинивания кривой подпора (выше створа плотины 10600 м) и ниже 120 м (створ № 8) снижается, до 2,0м/сек против бытовых в реке 2,8-3,0 м/сек.

Ниже створа 8 на 700 метров скорости не превышают 0,35 -0,06 м/сек и в створе 6 снижаются до 0,045 -0,06м/сек.

Аналогичная динамика распределения скоростей в зоне выклинивания кривой подпора наблюдается при наполнении водохранилища до отметки 748,8. Если скорости течения в бытовых условиях колеблются в пределах 2,5 -2,8 м/сек (створ 12), то ниже по течению на 1200 м (створ 11) скорости убывают до 1,4-1,6 м/сек и в зоне выклинивания кривой подпора между створом 9 и 10 в расстоянии от плотины 12200 м снижаются до 0,6-0,8 м/сек, в непосредственной близости от створа 9 скорости достигают 0,1-0,08 м/сек.

Отметим, что скорости и направления течения замерялись вертушкой инженера Алексеева. Однако из-за встречающихся трудоемкостей использо-



вания указанной вертушки, а также несовершенства плавательных средств, указанные работы выполнены только между 11 и 9 створами.

При наполнении водохранилища до отметки 727,3 (мертвый объем) и транзитном сбросе воды 55 м<sup>3</sup>/сек скорости заметно возрастают только в непосредственной близости от плотины. Так, если в створе 4 (4000 м от плотины) скорости равны 0,008 м/сек, на расстоянии 300 м от плотины их значение 0,2-0,3 м/сек, на расстоянии 60 м – 0,5 м/сек и непосредственно перед эксплуатационным тоннелем 1,3-1,8 м/сек. [3].

Из результатов анализа данных о скоростном режиме водохранилища можно сделать заключение, что наибольшие скорости течения в различных створах водохранилища наблюдаются над затопленным бытовым руслом.

Такой характер течений свидетельствует о наличии большой емкости застойных зон (в затопляемой пойме) по длине водохранилища, в которых очевидно создаются благоприятные условия для отстоя мельчайших частиц взвешенных наносов.

Указанное, подтверждается большой толщиной суммарного слоя заилиения в застойных зонах. Следует отметить, что осаждение взвешенных наносов происходит на достаточно небольшом расстоянии от зоны выклинивания кривой подпора, при расходе в реке 48,5 м<sup>3</sup>/сек (20 июля) и наполнении водохранилища до отметки 741,8 м распределение мутности имело следующий характер:

Таблица 2

<b>Мутность в зоне выклинивания</b>						
створы	8	8 – 270	8 – 800	8 – 950	8 – 1200	7
мутность, гр.литр.	0,28	0,24	0,22	0,015	0,013	вода чистая

Аналогичное осаждение взвешенных наносов наблюдается и при других наполнениях водохранилища. Практически почти полное осаждение наносов, взвешенных происходит на расстоянии 800-1200 м от зоны выклинивания кривой подпора (в пределах створов 5-12) при скорости течения около 0,2 м/сек и меньше.

Неравномерное распределение взвешенных наносов по длине и ширине водохранилища так же объясняется резкими колебаниями горизонтов воды и водохранилище при сработке водохранилища часть взвешенных наносов сносится вниз по течению и откладывается в зонах с меньшими скоростями воды.

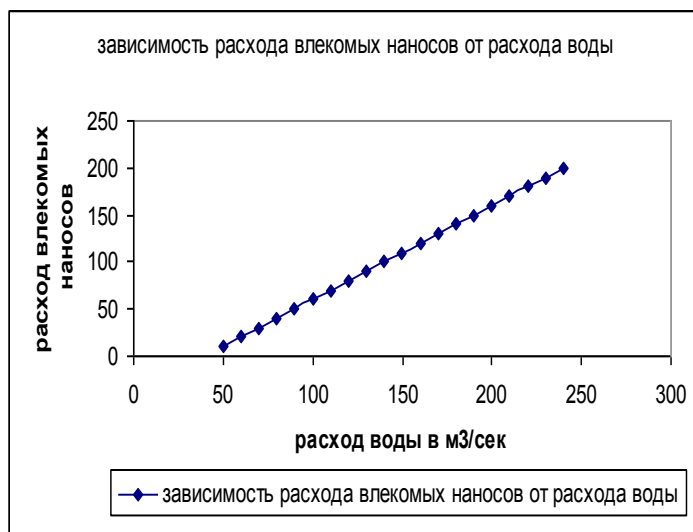


Рис. 4. График зависимости расхода влекомых наносов от расхода воды

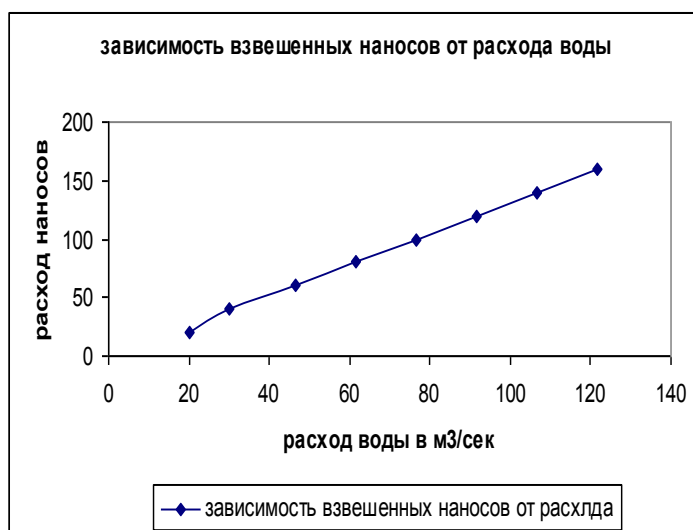


Рис. 5. Зависимость взвешенных наносов от расхода воды

Установлено, что деформации подвергся только участок между 19 и 26 створами в расстоянии 9 и 29 км. Общий объем размыва составил  $91,8 \text{ тм}^3$  и завала  $78,1 \text{ тм}^3$ . Наибольшее понижение дна наблюдалось между створами 19 и 23 и составляет 0,1-0,15 м, в других створах наоборот происходит завал русла реки, который наиболее ярко выражен в створах 19-22, где средняя высота завала достигает 0,17-0,22 м.

Общий объем завала русла реки составил  $44,7 \text{ тм}^3$ . Объем размыва всего  $19,9 \text{ тм}^3$ . Наибольший объем размыва наблюдался на участке 13-19 и 21-23 створами и средняя глубина размыва достигает порядка 0,1 м, тогда, как завалу подвергся, значительный участок реки от 17 до 25 створов и средняя высота завала составляла также 0,1 м.

За период 2007-2008 значительная деформация произошла на участке между 13-24 створами, где средняя глубина размыва русла между створами 18-24 составляет 0,1 м и средняя высота завала в створах 16-17 не превышает 0,05 м. Общий объем размыва составил  $44,3 \text{ тм}^3$  и завала –  $31,2 \text{ тм}^3$ , то есть наблюдается смыв русловых отложений.

Более значительные деформации русла реки произошли на участке между створами 16 и 26, между створами 16 и 20 происходит интенсивный размыв, а между створами 24-26 завал.

Средняя глубина размыва составляет 0,1 м, а средняя высота завала – 0,08 м, общий объем размыва 147,34 тм<sup>3</sup> и завала 141,04 тм<sup>3</sup>. Указанные деформации русла реки происходят в условиях различной продолжительности и размеров сбрасывающих расходов воды из водохранилища.



Рис. 6. План русла реки Чу нижнего и верхнего бьефа Орто-Токойской плотины

Анализ материалов исследований и данных наблюдений позволяют сделать следующие выводы:

- среднемесячные температуры Орто-Токойского МС превышают в среднем данные Кочкорского МС на +40С, количество же осадков в районе водохранилища 2,7 раза меньше чем в Кочкорской долине;

- максимальные среднемесячные температуры воздуха приходятся на период май-август и достигают +27, +310С;

- при водобалансовых расчетах среднегодовое количество осадков с площади замкнутой Кочкорским постом и плотиной принять в среднем 5млн.м<sup>3</sup> и испарения с водной поверхности Орто-Токойского водохранилища 17млн.м<sup>3</sup>;

- расчет испарения с водной поверхности водохранилища по данным метеорологических наблюдений (дефицита влажности), следует производить по зависимости  $E = 0,65 \sum d$ , дающей результаты, наиболее близко отвечающие натурным наблюдениям;

- наибольшие скорости течения по длине водохранилища при различных наполнениях наблюдаются над затопленным бытовым руслом. Благоприятные условия для отстоя взвешенных наносов создаются в зонах затопляемой поймы;

- годовой сток влекомых и взвешенных наносов в среднем составляет около 244 тыс.м<sup>3</sup> или около 1/88 мертвого объема водохранилища;

- сброс воды из водохранилища ненагруженной наносами обуславливает общую деформацию отводящего русла. Наиболее интенсивной деформации

ции подвергся участок между створами 13-26 удаленными от плотины соответственно на расстоянии 1580 и 29380;

- среднегодовой объем размыва из-за самоотмостки ложа русла небольшой и оставляет около 6 – 13 тыс.м<sup>3</sup>;

- размыв происходит за счет понижения дна реки и деформации берегов;

- в результате вымыва мелких частиц, слагающих русло, происходит увеличение по годам среднего диаметра отложений на 10-20%;

- столь незначительные общие деформации отводящего русла свидетельствуют, что опасных повышений дна русла реки непосредственно за выходным порталом тоннеля и в зоне устья катастрофического сброса и даже при больших попусках воды из водохранилища опасаться не следует.

### **Основные выводы**

1. Контроль состояния и работы гидротехнических сооружений позволяет выявить основные эксплуатационные затруднения, степень и характер которых зависят главным образом от величины напора и конструктивных особенностей гидротехнических сооружений, а также географического расположения гидроузла.

2. В мире накоплен опыт по существующим гидроузлам и разработаны сооружения по очистке наносов. Отсутствие или крайняя ограниченность расходов воды на промыв наносных отложений, скопившихся в бьефах гидроузла осенью и весной (до паводков), осложняют его эксплуатацию, которая зачастую невозможна без механического удаления их из водохранилища.

3. Для рационального использования существующих гидротехнических сооружений и водохранилищ, созданных ими целесообразно расширение изучения и обобщение опыта эксплуатации гидроузлов и гидротехнических сооружений. При этом данные всех видов натуральных наблюдений и исследований необходимо учитывать более глубоко, чем в настоящее, при разработке новых энергетических и комплексно-энергетических систем. Следует также углубить проработку вопросов эксплуатации при составлении проектов комплексных гидроузлов и их сооружений и мероприятий по борьбе с наносами [4].

4. На данном этапе все виды наблюдений в Республике не проводятся, частично проводимые наблюдения не дают полной характеристики работы сооружения, что не позволяет проведению анализа процессов в водохранилище.

### **Список литературы**

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т. 14. Средняя Азия. Вып. 1. Бассейн р. Сыр-Дарья // Под ред. И.А. Ильина. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 439 с.

2. Ю. А. Билибин. Избранные труды, том II. М.: Академия наук СССР, 1959 г.

3. Аргал Э.С., Косоруков Ю.А. «Некоторые экологические последствия строительства Ингури ГЭС», Вестник Российского Государственного аграрного заочного университета. Научный журнал № 7(12). М., 2009. – С. 117-121.

4. <http://arch.kyrlibnet.kg/uploads/ERGESHBAI%20UULU%20ARABJAN.pdf>

## НАЗНАЧЕНИЕ И МЕСТО ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Порожняков А.К.*

аспирант кафедры системотехники,  
Института электронной техники и машиностроения, Россия, г. Саратов

В статье рассмотрена методология построения инструментального комплекса, позволяющего автоматизировать подготовку исходных данных для сметного производства в строительстве, организовать непрерывный процесс информационного взаимодействия проектировщиков-технологов и инженеров-сметчиков.

*Ключевые слова:* проектирование, сметы, строительство, ценообразование, модель проектирования, модель строительства.

С целью повышения уровня системной интеграции производственных процессов, оценивающих стоимость проектируемых объектов, в современной практике используются модели объекта строительства, представленные в виде специализированной базы данных сметной документации (СД).

В процессе обзора современных подходов к разработке проектно-сметной документации следует учитывать:

- состав проектной документации на разных стадиях проектирования, представленных на рисунке;
- существующий процесс разработки модели производства смет («КАК ЕСТЬ»);
- форматы входных (выходных) данных (документов) и программных средств, которые могут использоваться для максимальной автоматизации процесса разработки СД;
- предложения по изменению модели процесса производства СД («КАК ДОЛЖНО БЫТЬ»);
- использование информационных технологий подразделениями, формирующими оценку стоимости проектируемых объектов и недостатки этих технологий.

Анализ показывает недостаточный уровень рационализации вышеперечисленных процессов, равно как и отсутствие инструментов для автоматизации производства смет. Заслуживает внимания анализ основных информационных потоков и документооборота по основным процессам сметного производства в отделе смет и проектов организации работ.

## Стадии проектирования

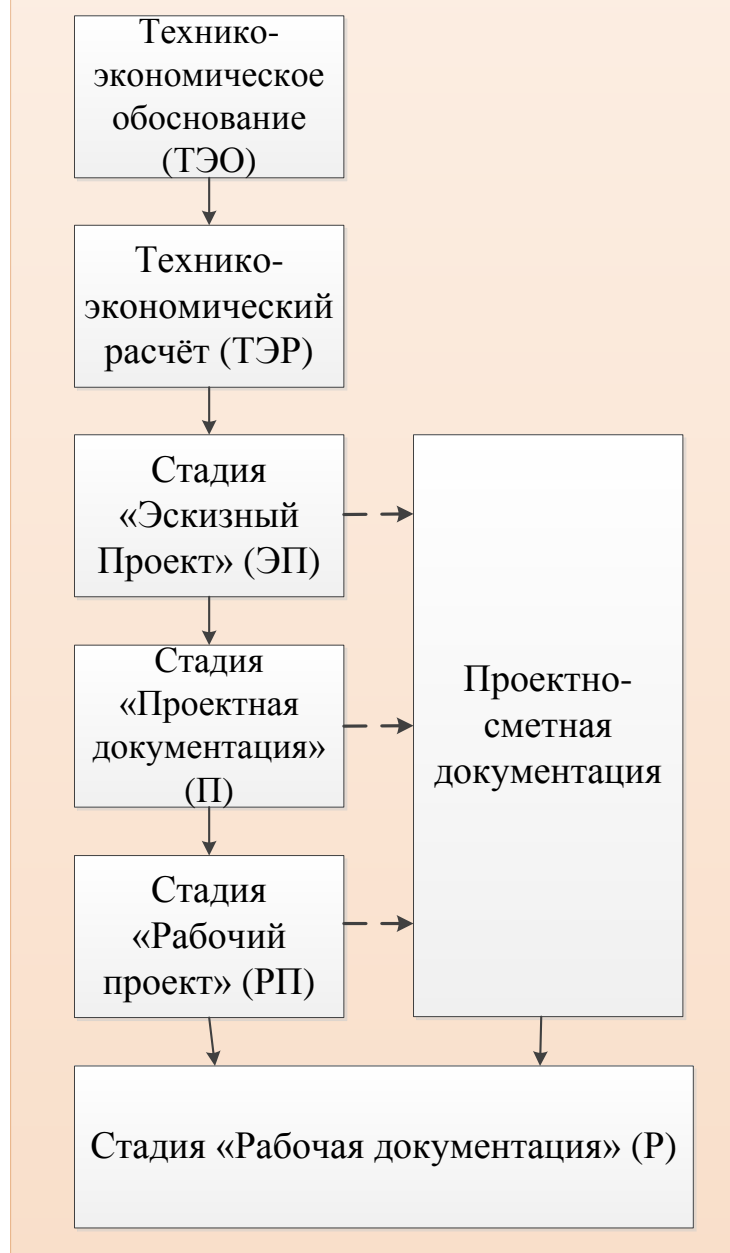


Рис. Стадии проектирования

Таким образом, задача автоматизации проектно-сметной документации является актуальной и требует создания, прежде всего, самой модели объекта строительства, которая реализуется, например, в виде специализированной базы данных сметной документации. Дальнейшая автоматизация связана с созданием комплекса расчетов оценки стоимости строительства [1], который является основой информационного конвейера[2] как основы формирования проектно-сметной документации сложных технических объектов.

Анализ процесса разработки модели производства смет «КАК ЕСТЬ» показывает, что укрупненную модель можно представить в виде трех компонент:

- подготовка заданий на формирование и выпуск смет в виде физических параметров проектируемых элементов объекта строительства;
- формирование и выпуск СД;
- архивирование готовой продукции и организация ее учета.

Следует подчеркнуть, что между первой и второй компонентами существует весьма жесткая связь: качество подготовки исходных данных и дисциплина в их представлении являются определяющими в оптимизации сметного производства.

Задания на разработку смет являются основой для достоверного расчета стоимости строительства и итогом разработки проектной документации, осуществляемой производственными подразделениями проектных организаций и отражающей специфику последних.

Очень часто при тотальном дефиците финансовых, временных и людских ресурсов заказчика используются методы лоскутной автоматизации именно для решения представленной выше задачи. Например, до настоящего времени в производственных отделах для автоматизации выпуска спецификаций оборудования и ведомостей объемов строительно-монтажных работ используется группа макросов, встроженных в Microsoft Excel. Они также предназначены для автоматизации выпуска спецификаций материалов. Для выпуска спецификаций оборудования щитов и пультов в проектных отделах также используется модификация подобных макросов. Программы устанавливаются локально на компьютеры (рабочие станции) в отделах и не имеют общей базы данных. Это приводит к разобщенности баз данных в разных отделах, дублированию в них информации, невозможности использования накопленной информацией в смежных отделах. Кроме того, вызывает трудности контроля соответствия информации в базах данных отделов текущей нормативной документации.

Из заданий производственных отделов в сметную программу информация переносится вручную, что влечет возможность появления ошибок и является весьма трудоемкой задачей.

Таким образом, анализ производственного процесса формирования заданий на разработку смет «как есть» в большинстве проектных организаций показал, что имеется информационный разрыв между подготовкой заданий и их использованием.

#### **Список литературы**

1. Кац, Е.Я. Инструментальная система технологического обеспечения комплекса расчётов оценки стоимости строительства [Текст] / Е.Я. Кац, А.К. Порожняков // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, 2012. – №2. – С. 21-25.
2. Милованов, В.И. Компьютерная технология информационного конвейера проектирования [Текст] / В.И. Милованов, Ю.А. Кривогузов, О.Е. Кузнечиков, Е.Я. Кац, Л.А. Тепер, А.К. Порожняков // Газовая промышленность, 2012. – № 11/682. – С. 75-78.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОСОЛА И МАССИРОВАНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ В ЭМПСВЧ

**Поручиков Д.В.**

аспирант, ФГБОУ ВО «Чувашская государственная  
сельскохозяйственная академия», Россия, г. Чебоксары

**Ершова И.Г.**

доцент кафедры «Машиноведение», ФГБОУ ВПО «Чувашский  
государственный педагогический университет им И.Я. Яковлева»,  
Россия, г. Чебоксары

**Белова М.В.**

докторант кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе»,  
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет»,  
Россия, г. Чебоксары

**Михайлова О.В.**

профессор кафедры сервиса транспортных и технологических машин,  
ГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный  
технический университет», Россия, г. Москва

В данной статье представлено теоретическое описание основ теории накопления и распределения посолочных веществ в мясном сырье при воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты, созданного в барабане в виде беличьей клетки.

*Ключевые слова:* резонатор в виде беличьей клетки, электромагнитное поле сверхвысокой частоты, барабан, фильтрационно-диффузионные процессы.

Проведем обзор теории фильтрационно-диффузионного распределения посолочных веществ в сырье [2]. В системе рассол-ткань посолочные вещества перемещаются диффузионным путём. Фильтрационно-диффузионное накопление и распределение посолочных веществ в мясе подчиняется закону Фика, где длительность процесса диффузии определяется по формуле:

$$\tau = \frac{a \cdot h^2}{D_{mk} \cdot \lg\left(\frac{\xi_p}{\xi_h}\right)}, \text{ с}, \quad (1)$$

где:  $a$  – постоянная, равная 1,08;  $h$  – глубина проникновения посолочных веществ в сырье, м;  $D_{mk}$  – коэффициент проникновения посолочных вещества в ткань сырь,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\xi_p$  – концентрация соли в рассоле в момент  $\tau$ , %;  $\xi_h$  – концентрация соли в тканях сырь на глубине  $h$  в момент  $\tau$ , %.

При конвективной диффузии перенос вещества происходит за счет движения молекул, так и за счет переноса частиц жидкости. Количество веществ, про диффундировавшего через некоторую площадь за время  $\tau$ , определяется по формуле [2]:



$$M = (D + k_D) \cdot \frac{F \cdot (\xi_p - \xi_c) \cdot \tau}{h}, \text{ кг}, \quad (2.)$$

где:  $(\xi_p - \xi_c)$  – разность концентрации соли, кг/м<sup>3</sup>;

$D$  – коэффициент диффузии, его величина зависит от свойств среды, давления, температуры, концентрации и свойств соли, м<sup>2</sup>/с;

$F$  – площадь слоя, через которую проходит диффундирующее вещество, м<sup>2</sup>;

$h$  – толщина слоя, м;

$k_D$  – коэффициент, учитывающий влияние перемешивания сырья, м<sup>2</sup>/с.

Из этих формул следует, что длительность процесса диффузии можно уменьшить за счет:

- уменьшения глубины проникновения посолочных веществ в сырье (использование мелкокускового сырья);
- увеличения концентрации соли в посолочном рассоле;
- увеличения коэффициента проникновения посолочных веществ в ткань сырья (движущей силы).

Как уже было отмечено, что процесс распределения рассола и его компонентов при приложении механических воздействий в ЭМПСВЧ подчиняется закону нестационарной фильтрации за счет градиента давления, разности концентрации посолочных веществ, а также за счет воздействия эндогенного тепла.

*За счет градиента давления*

В случае однонаправленного воздействия этот процесс описывается выражением [2]:

$$\frac{dP}{d\tau} = k \cdot \frac{d}{dx} \left( \frac{dp}{dx} \right) = k \cdot \left( \frac{d^2 P}{dx^2} \right) \quad (3)$$

где:  $P$  – давление, Па;  $\tau$  – длительность воздействия, с;  $k$  – коэффициент пьезопроводности, м<sup>2</sup>/с;  $x$  – глубина перемещения рассола;  $d^2 P/dx^2$  – градиент давления в направлении диффузии.

*За счет разности концентрации посолочных веществ*

Посолочные вещества в сырье перемещаются путем диффузии по закону Фика [2]  $\frac{dC}{d\tau} = D \cdot \frac{d}{dx} \left( \frac{dC}{dx} \right) = D \cdot \left( \frac{d^2 C}{dx^2} \right)$ ,

где:  $C$  – концентрация диффундирующих веществ, %;  $\tau$  – длительность процесса диффузии (посола), с;  $D$  – коэффициент диффузии вещества в воде, м<sup>2</sup>/с;  $d^2 C/dx^2$  – градиент концентрации рассола в направлении диффузии.

Для установления зависимости плотности диффузионного потока от концентрации ионов и напряженности внешнего электрического поля использовалось уравнение Нернста – Планка:

$$I = -D \frac{dc}{dx} - k \cdot z \cdot F \cdot c \cdot \frac{d\varphi}{dx}, \quad (4)$$

где:  $k$  – подвижность диффундирующих молекул;

$c$  – концентрация частиц;

$F$  – постоянная Фарадея;

$z$  – заряд ионов;

$d\varphi/dx$  – градиент потенциала;

$D$  – вектор поляризации (электрическое смещение

$$D = \varepsilon_0 \cdot E + P);$$

$P$  – вектор поляризованности;

$E$  – напряженность электрического поля, В/м;

$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$  – абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума.

Одновременное тумблирование и эндогенный нагрев сырья в рассоле позволит сократить продолжительность массирования и посола. Сложность разнообразных нестационарных явлений (физико-химических, массообменных и др.), протекающих в процессе массирования сырья обуславливает трудоемкость аналитического расчета процесса и режимных параметров. При этом важно предусмотреть рациональные сочетания факторов и параметров, обеспечивающих интенсификацию массопереноса в сырье.

Для *наклонных* цилиндрических барабанов скорость (м/с) осевого смещения частиц равна [1,6]:  $v_{oc} = l/t_u$

где:  $l$  – смещение частиц вдоль оси за 1 оборот, м;  $t_u$  – продолжительность цикла, с.

$$l = 2 \cdot H \cdot \text{tg} \beta = 2 \cdot D \cdot \sin 2\theta_p \cdot \sin \theta_p \cdot \text{tg} \beta, \text{ м.} \quad (5)$$

Смещение сырья вдоль оси в проектируемом барабане, при  $\beta = 30 \dots 45$  град,  $\theta_p = 15$  град будет составлять 7,45...12,9 см.

Объем проектируемого барабана  $V = 3,14 \cdot 0,215^2 \cdot 0,4 = 0,058 \text{ м}^3$ ; масса загрузки сырья вместе с посолочным рассолом с учетом коэффициента загрузки равным 0,33 и плотности сырья  $1070 \text{ кг/м}^3$  при горизонтальном расположении барабана составляет 20,5 кг.

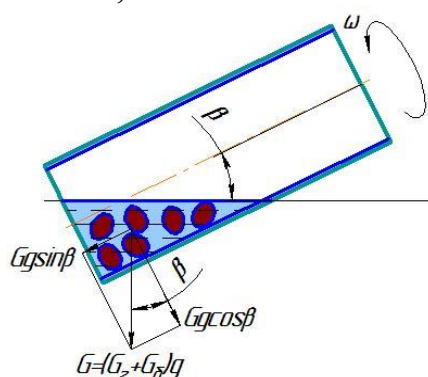


Рис. 1. Схема наклонного барабана с лопастями

Продолжительность цикла в наклонном барабане без лопастей:

$$t_u = t_1 + \frac{t_2}{\cos \beta} = t_1 + \frac{2 \sin 2\theta}{\omega \cdot \cos \beta} = \frac{\pi \cdot (2 - \frac{\theta}{45})}{\omega} + \frac{2 \sin 2\theta}{\omega \cdot \cos \beta}, \quad (6)$$

где  $\beta$  – угол наклона оси барабана к горизонту, град.

При расчете *наклонных барабанов с лопастями* используют соответствующие значения  $H$ ,  $t_1$  и  $t_2$ .  $H = D \cdot \sin 2\theta_p \cdot \sin \theta_p$

$$t_1 = \frac{2\pi - 4\theta_p}{\omega \cdot \cos \beta}, \text{ с} - \text{продолжительность подъема сырья};$$

$$t_2 = \frac{2 \cdot \sin 2\theta_p}{\omega \cdot \cos \beta}, \text{ с} - \text{продолжительность падения сырья};$$

Общая продолжительность движения сырья

$$t_u = t_1 + t_2 = \frac{2\pi - 4\theta_p}{\omega \cdot \cos \beta} + \frac{2 \sin 2\theta_p}{\omega \cdot \cos \beta}, \text{ с.} \quad (7)$$

Угол наклона барабана  $\beta$  с одной стороны должен быть минимальным, тогда смещение сырья вдоль оси к задней стенке барабана отсутствует; в результате чего необходимо объем загрузки сырья уменьшить, в противном случае происходит выплескивание рассола через загрузочную горловину. Если барабан наклонить на угол 30...45 град., то происходит смещение сырья на 7,45...13 см., что увеличивает время подъема и падения сырья и ухудшается процесс тумблирования. С учетом таких ограничений рекомендуется установить угол наклона оси барабана к горизонту не более 30 град.

#### Список литературы

1. Ивашов, В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности / В.И. Ивашов – М.: Колос, 2001. – 552 с.
2. Рогов, И.А. Общая технология получения и переработки мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин – М.: Колос, 1994. – 367 с.
3. Патент № 2537548 РФ, МПК А22С 9/00. Установка для посола и термообработки мясного сырья / Д.В. Поручиков, М.В. Белова, Г.В. Новикова; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). – № 2013107408, заявл. 21.02.2013. Бюл. № 1 от 10.01.2015. – 11 с.
4. Белова, М.В. Анализ электрофизических параметров мясного сырья / А.Г. Самоделкин, Д.В. Поручиков, И.Г. Ершова, М.В. Белова, А.Н. Матвеева // Естественные и технические науки. – Москва: «Спутник+», 2015, № 6. – С. 494...497.
5. Белова, М.В. СВЧ установка для посола и термообработки мясного сырья / М.В. Белова, Д.В. Поручиков // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей «Знания молодых: наука, практика и инновации». – Киров: ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА», 2013. – С. 46...49.
6. Новикова, Г.В. Мясообработчик для мелкокускового мясного сырья. / Г.В. Новикова, М.В. Белова. // Монография. – Чебоксары: : ФГБОУ ВПО «Чувашский ГУ им. И.Н. Ульянова», 2014. – 200 с. (12,5 п.л., ISBN 978-5-7677-1900 – 6). 500 экз.

## **КИНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОКИСЛЕННОЙ ЦИНКОВОЙ РУДЫ**

***Рамазанова Р.А.***

докторант специальности «Металлургия», магистр техн. наук,  
ВКГТУ им. Д.Серикбаева, Казахстан, г. Усть-Каменогорск

***Серая Н.В.***

доцент кафедры «Химия, металлургия и обогащение», канд. хим. наук,  
ВКГТУ им. Д.Серикбаева, Казахстан, г. Усть-Каменогорск

***Быков Р.А.***

старший преподаватель кафедры «Химия, металлургия и обогащение»,  
канд. техн. наук, ВКГТУ им. Д. Серикбаева, Казахстан, г. Усть-Каменогорск

В статье рассматривается кинетика поведения окисленной цинковой руды при выщелачивании в сернокислых растворах в зависимости от температуры, плотности среды и продолжительности выщелачивания.

*Ключевые слова:* окисленная цинковая руда, кинетика выщелачивания, диаграмма Пурбэ, извлечение, температура.

Процесс выщелачивания заключается в проникновении растворителя в поры твердого тела и растворении извлекаемых веществ.

Равновесие при выщелачивании устанавливается при выравнивании химических потенциалов растворенного вещества и его химического потенциала в твердом материале. Достижимая концентрация раствора, соответствующая его насыщению, называется растворимостью.

Вблизи поверхности твердого тела равновесие устанавливается в течение короткого промежутка времени, поэтому при анализе процесса массопередачи принимают, что концентрация на поверхности раздела фаз твердое тело – растворитель равняется концентрации насыщенного раствора [1].

Основная задача кинетики выщелачивания – определение продолжительности контакта взаимодействующих фаз, необходимой для достижения заданной степени извлечения экстрагируемого вещества. По продолжительности контакта фаз определяют размеры экстракционных аппаратов [3].

В процессах выщелачивания цинкового сырья протекают химические реакции между компонентами (оксиды металлов, сульфиды, силикаты, карбонаты и др.) и серной кислотой. При этом в раствор будут переходить соответственно сульфаты.

Исследования проводились с окисленной цинковой рудой месторождения «Шаймерден» с содержанием цинка 22,14% и железа 1,71%. Окисленная цинковая руда месторождения «Шаймерден» характеризуется значительным разнообразием минерального состава; в ней присутствуют ок-

сидные, сульфидные, силикатные и другие группы минералов, значительно содержание сложных ферритных соединений цинка и свинца.

Известно, что результаты процесса выщелачивания зависят от ряда факторов: содержания растворителя в выщелачивающем растворе, температуры, интенсивности перемешивания, влияния соотношения Т:Ж и т.д.

Выбор температуры выщелачивания определяется с одной стороны необходимостью иметь достаточно высокую скорость процесса выщелачивания, с тем чтобы сократить время процесса при необходимом переходе цинка из руды в раствор, с другой – избежать повышенного перехода в раствор вредных примесей, скорость выщелачивания которых возрастает с повышением температуры, особенно существенно начиная с температуры –  $80^{\circ}\text{C}$ .

В предыдущих исследованиях была определена зависимость степени извлечения цинка в продуктивный раствор от температуры выщелачивания. В результате было установлено, что при повышении температуры выщелачивания окисленной цинковой руды месторождения «Шаймерден» степень извлечения цинка в раствор увеличивается и максимальным становится при температуре  $60^{\circ}\text{C}$ .

На процессы выщелачивания и разделения продуктов, полученных в результате выщелачивания руды, влияет продолжительность выщелачивания. Чрезмерная продолжительность выщелачивания отрицательно влияет на процессы отстаивания и фильтрации, особенно при выщелачивании высококремнистых руд [3]. Поэтому рациональная продолжительность процесса выщелачивания устанавливается исходя из необходимости более полного перевода цинка в продуктивный раствор и минимального растворения примесей.

Эксперименты по выщелачиванию проводили на мелких классах крупности окисленной цинковой руды (класс -1+0 мм). Во время проведенных опытов исследовали зависимость извлечения цинка в продуктивный раствор от продолжительности процесса при температуре  $60^{\circ}\text{C}$ . Выщелачивание осуществляли в непрерывном режиме при перемешивании в лабораторном стакане емкостью 0,5-0,6  $\text{дм}^3$  при соотношении Т:Ж=1:4 (на 25 г руды 0,1  $\text{дм}^3$  раствора серной кислоты). Концентрация раствора серной кислоты – 160 г/ $\text{дм}^3$ . Время выщелачивания составляет – 5 мин, 10 мин, 20 мин, 40 мин и 60 мин.

В результате выщелачивания были получены продуктивные растворы, концентрацию цинка в которых определяли с использованием масс-спектрометрического метода. Зависимость степени извлечения цинка в продуктивный раствор от времени выщелачивания представлена на рисунке 1.

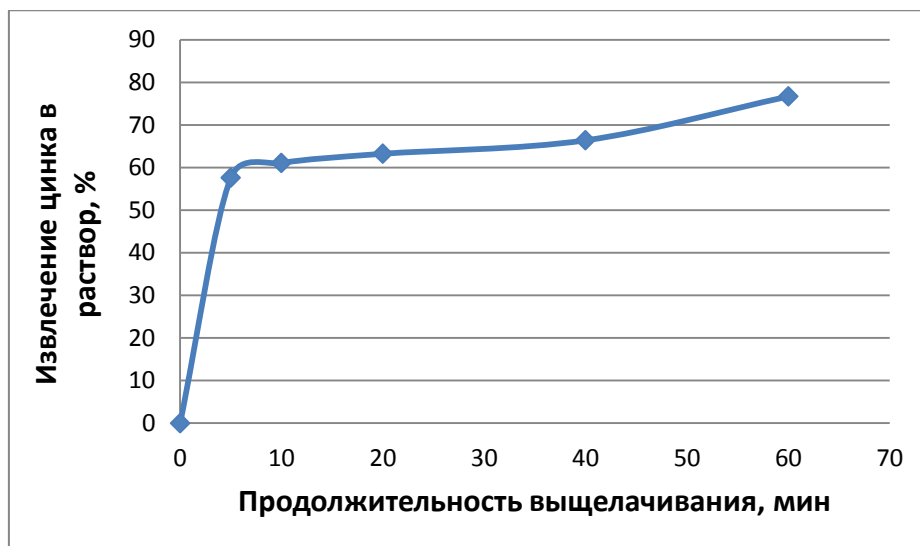


Рис. 1. Зависимость степени извлечения цинка в раствор от продолжительности процесса выщелачивания ( $t = 60^{\circ}\text{C}$ ) из мелкой фракции руды (класс -1+0 мм)

Из выше приведенного рисунка можно установить, что при повышении времени выщелачивания от 5 до 60 мин степень извлечения цинка в раствор увеличивается. Из мелкой фракции руды максимальное извлечение цинка ( $t = 60^{\circ}\text{C}$ ) составляет – 76,67% при продолжительности выщелачивания 60 мин.

Это объясняется тем, что при выщелачивании соединений цинка из руды протекают преимущественно обменные реакции. Как показано на рисунке 2, вероятность образования в начальный период выщелачивания при высокой концентрации  $\text{H}_2\text{SO}_4$  достаточно мала, но в присутствии окислителей (например, пиролюзит  $\text{MnO}_2$ ) образующиеся пленки элементарной серы могут значительно тормозить процесс. При температуре  $60^{\circ}\text{C}$  процессы гидратообразования начинаются в более кислой области (pH 4,7-4,8). В щелочной области закономерно присутствуют ионы  $\text{ZnO}_2^{2-}$  (pH перехода при  $25^{\circ}\text{C}$  7,8) и  $\text{ZnOH}^+$ . Области существования этих ионов резко смещаются в кислую область при повышении температуры.

В начале выщелачивания быстрорастворимые минералы цинка, такие как  $\text{ZnS}$ ,  $\text{ZnCO}_3$  растворяются очень быстро (в первые 5 мин), при дальнейшем перемешивании пульпы выщелачивания извлечение цинка в раствор на некотором этапе остается практически постоянным (от 10 мин до 40 мин). Это объясняется тем, что в этих диапазонах растворяются ортосиликаты цинка –  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  с образованием ортокремневой кислоты, которые блокируют поверхности твердых тел и осложняют процесс выщелачивания.

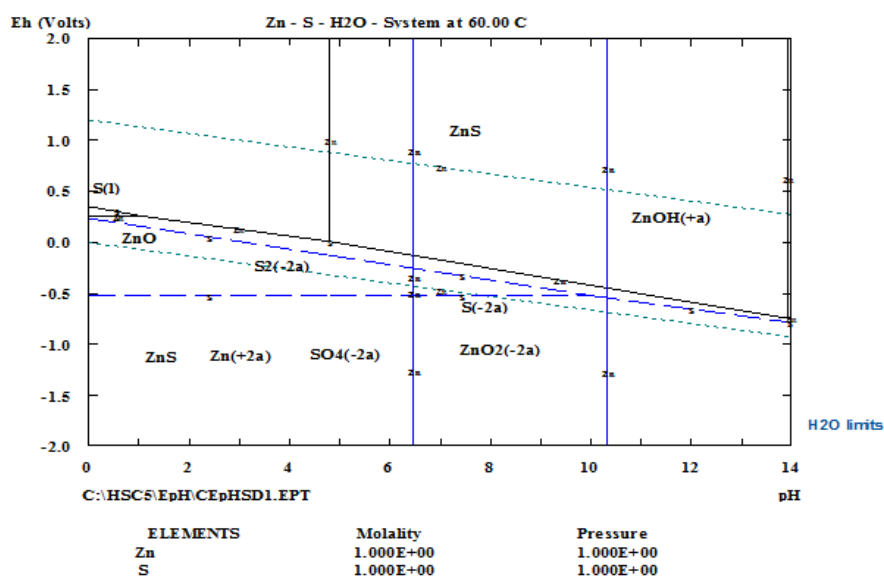


Рис. 2. Диаграмма E-pH при температуре 60<sup>0</sup>C

Затем, при дальнейшем перемешивании пульпы до 60 мин извлечение цинка увеличивается. Выше приведенное увеличение извлечения цинка в раствор, возможно, объяснить растворением сростков оксидов цинка с минералами пустой породы, которые неизбежно присутствуют в исходной пробе руды крупностью -1+0 мм.

**Выводы.** На основании результатов кинетических исследований выщелачивания окисленной цинковой руды месторождения «Шаймерден»:

- изучены закономерности кинетики выщелачивания окисленной цинковой руды;
- установлено, что максимальное извлечение цинка составляет 76,67% при температуре 60<sup>0</sup>C, продолжительности 60 мин для мелкой фракции руды;
- установлено, что в начале выщелачивания быстрорастворимые минералы цинка (ZnS, ZnCO<sub>3</sub>) растворяются очень быстро (в первые 5 мин), при перемешивании пульпы выщелачивания от 10 до 40 мин извлечение цинка в раствор на некотором этапе остается практически постоянным, при дальнейшем перемешивании пульпы до 60 мин извлечение цинка увеличивается.

#### Список литературы

1. Абрамов А. А. Технология обогащения окисленных смешанных руд цветных металлов. М.: Недра, 1986. – 303 с.
2. Гуляшинов А.Н., Антропова И.Г., Калинин Ю.О., Хантургаева Г.И. Способ переработки окисленной цинковой руды, RU 2208059 / <http://www.freepatent.ru/patents/2208059>].
3. Казанбаев Л.А., Козлов П.А., Кубасов В.Л. Гидрометаллургия цинка. Процессы выщелачивания. – М.: Руда и Металлы, 2007. – 115 с.
4. Рамазанова Р.А., Быков Р.А., Серая Н.В., Проблема переработки низкосортных окисленных и смешанных цинковых руд. Материалы Международной научно-практической конференции. – Алматы: КазНТУ, 2014. – С.507-509.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫХ АБРАЗИВНЫХ СРЕД НА СЪЕМ МЕТАЛЛА С ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦОВ

***Рожненко О.А.***

ст. преподаватель кафедры технология машиностроения, канд. техн. наук,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

***Проскорякова Ю.А.***

доцент кафедры основы проектирования машин, канд. техн. наук,  
Ростовский государственный университет путей сообщения,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье приведены экспериментальные исследования обработки образцов в среде свободного абразива различной конфигурации и размера. В результате эксперимента было установлено, что с возрастанием амплитуды обработки абразивных гранул, интенсивность процесса возрастает у гранул большего размера.

*Ключевые слова:* свободный абразив, вибрационная обработка, съем металла, интенсивность обработки.

В машиностроении широко применяются методы поверхностного пластического деформирования (ППД) с целью повышения таких эксплуатационных характеристик, как износостойкость, усталостная прочность, контактная усталость, коррозионная стойкость и др. ППД улучшает геометрические и физико-механические свойства поверхности деталей. Ведь именно с поверхности начинается разрушение детали, т.к. поверхностный слой оказывается наиболее напряженным, активно подвергается воздействию внешней среды.

Одним из способов финишной обработки деталей является обработка абразивными инструментами. В результате обработки происходит удаление заусенцев и облоя, скругление острых кромок, подготовка поверхности под лакокрасочные и гальванические покрытия, полирование, упрочнение, нанесение покрытий, отчистка, удаление дефектного слоя, улучшение шероховатости и других показателей качества поверхностного слоя. Для простых по форме деталей применяются методы обработки закрепленным абразивом (шлифование, притирка, хонингование, доводка и др.), а для деталей сложной формы – свободными абразивами (вибрационная обработка (ВиО), струйноабразивная обработка (САО), центробежно-ротационная обработка (ЦРО), турбоабразивная обработка (ТАО) и другие). Обрабатываемые поверхности деталей, как наружные, так и внутренние, относятся к фасонным, если они образованы криволинейной образующей, комбинацией прямолинейных образующих, расположенных под различными углами к оси детали, или комбинацией криволинейных и прямолинейных образующих. В зависимости от конфигурации обрабатываемых деталей можно определить лучший или худший



доступ и контакт частиц рабочей среды к различным элементам обрабатываемой поверхности и соответственно большую или меньшую интенсивность обработки. Из работ многих авторов [1, 2] известно, что различно расположенные по отношению к движению среды поверхности обрабатываются по-разному.

В результате изучения априорной информации по данной теме на кафедре «Технологии машиностроения» ДГТУ была произведена серия экспериментальных исследований, целью которых являлось влияние технологических параметров и различных абразивных сред на изменение съема металла и на интенсивность процесса при вибрационной обработке (ВиО) фасонных поверхностей деталей. Обработка производилась с незакрепленным приспособлением типа «стакан» в среде свободного абразива, на котором были закреплены образцы из алюминиевого сплава Д16. Приспособления имеют разные внутренние диаметральные размеры (60 и 80 мм) и размеры по глубине стакана (58 и 80 мм соответственно) (рис. 1). Образцы закреплялись на внутренних и внешних сторонах приспособления с разной глубиной расположения от верхней кромки (23 и 58 мм соответственно – в большом стакане и 28 мм – в малом). Исходная шероховатость образцов соответствовала значению  $Rz=40$  мкм. Обработка осуществлялась на оборудовании УВГ 4×10 с использованием различных абразивных сред – конусов 16×16 и конусов 25×25 зернистостью 8 и 10 ( $f=27.85$  Гц,  $V_{загр}=6$  дм<sup>3</sup>) (рис. 1).



Рис. 1. Экспериментальные приспособления и рабочие среды для обработки

При определении влияния размера абразивных гранул на съём металла в обоих видах приспособлений было установлено, что при разных размерах абразивных гранул с одинаковыми режимами интенсивность процесса выше у гранул большего размера, а при обработке абразивными гранулами одинакового размера и зернистости съём металла в большом приспособлении больше в 1,5–2 раза, чем в малом.

На рисунках 2 и 3 показаны диаграммы изменения съема металла в зависимости от размера абразивных гранул и расположения образцов при ВиО с амплитудой (А) 2,5 и 4 мм.

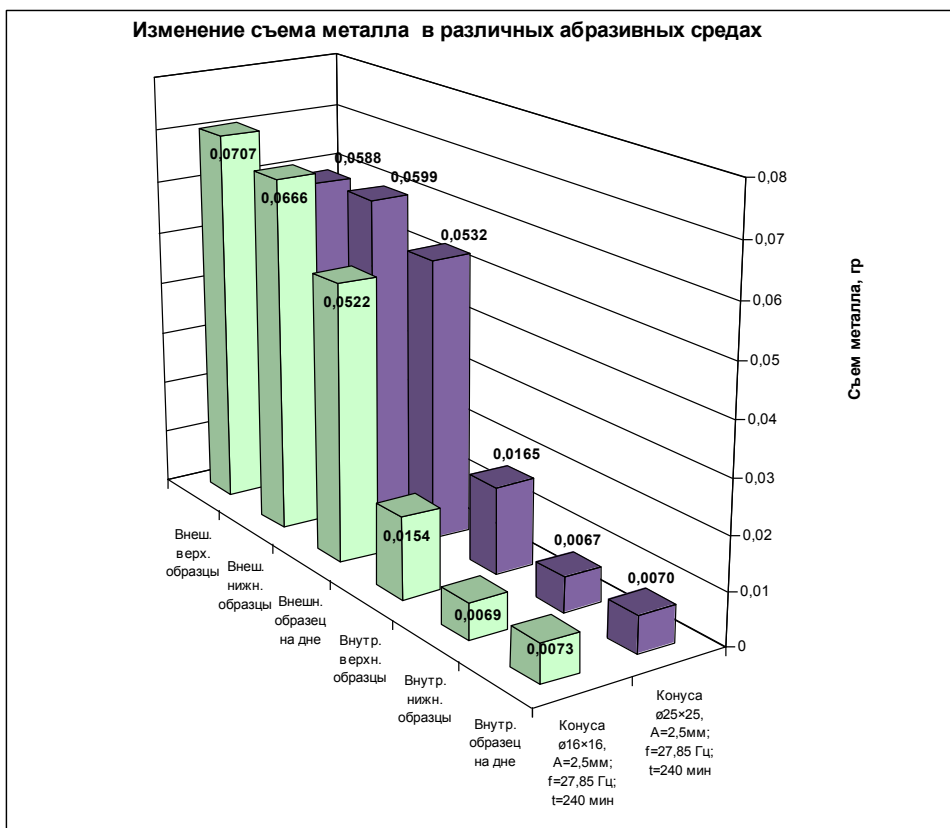


Рис. 2. Изменение съема металла в зависимости от размера абразивных гранул и расположения образцов при ВиО (амплитуда  $A=2,5$  мм)



Рис. 3. Изменение съема металла в зависимости от размера абразивных гранул и расположения образцов при ВиО (амплитуда  $A=4$  мм)

На рисунке 4 представлена обобщенная диаграмма изменения съема металла в приспособлении типа «стакан» Ø80 мм при ВиО ( $f=27.85$  Гц,  $V_{загр}=6\text{дм}^3$ ), с различной амплитудой колебаний в абразивной среде – конуса 16×16, зернистостью 8.

Анализируя полученные результаты при ВиО в приспособлении типа «стакан» Ø80 мм, можно сделать следующие выводы:

- съём металла с внешних образцов в 2,8-4,6 раз выше, чем с образцов, расположенных во внутренней верхней части приспособления, и в 4-10 раз больше, чем в нижней части.

- с увеличением амплитуды колебаний съём металла возрастает со всех образцов.

- с амплитудой колебаний  $A=2,5$  мм интенсивность съема металла в обоих абразивных средах примерно одинакова, а с амплитудой колебаний  $A=4$  мм интенсивность в абразивной среде – конуса 25×25 выше, чем в гранулах меньшего размера.

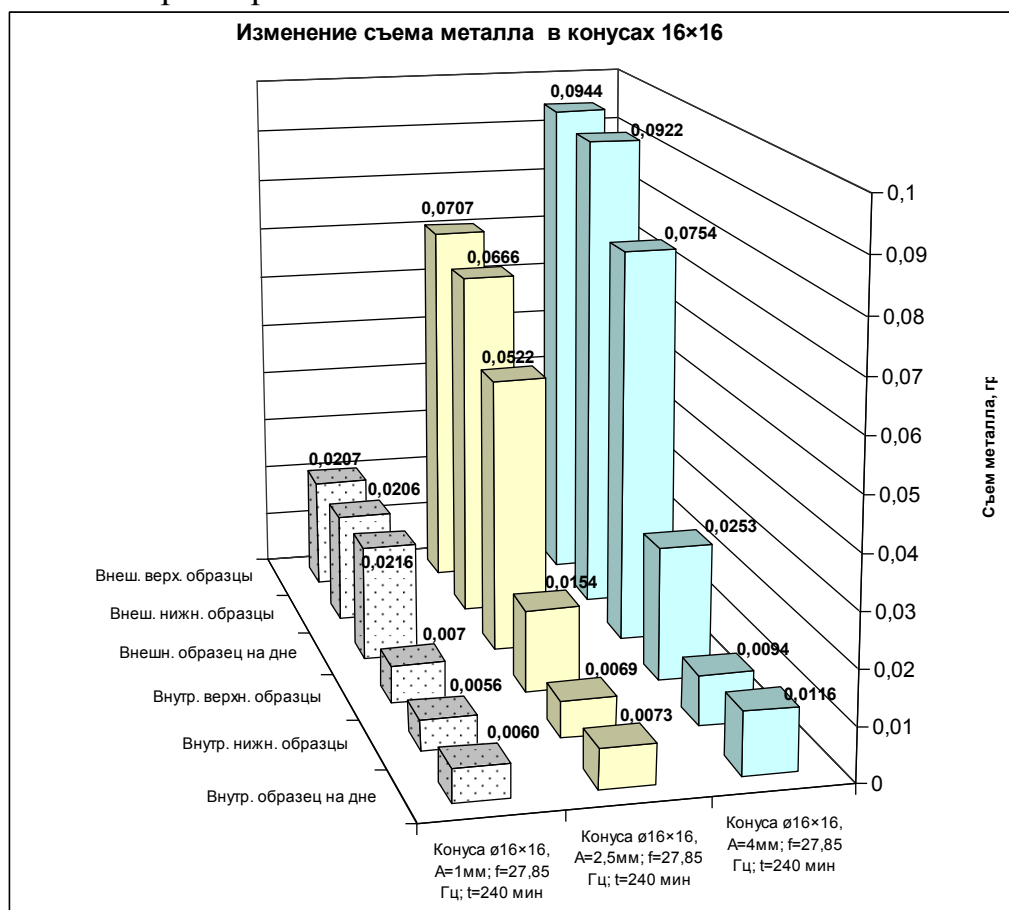


Рис. 4. Изменение съема металла в зависимости от амплитуды колебаний ( $A=1, 2,5$  и  $4$  мм) и расположения образцов при ВиО

#### Список литературы

1. Копылов Ю.Р. Виброударное упрочнение. – Воронеж, 1999.
2. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей. – М.: Машиностроение, 1974.
3. Рожненко О.А. Повышение эффективности обработки фасонных поверхностей деталей свободным абразивом: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08/ Ростов н/Д, 2010. – 158 л. с ил., ДГТУ.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В СИСТЕМЕ ADEM CAD/CAM/CAPP

*Селезнев В.А.*

доцент кафедры теории и методики профессионально-технологического образования, Брянский государственный университет им. ак. И.Г. Петровского, Россия, г. Брянск

*Воронцова Я.Д., Макарчук Д.Н.*

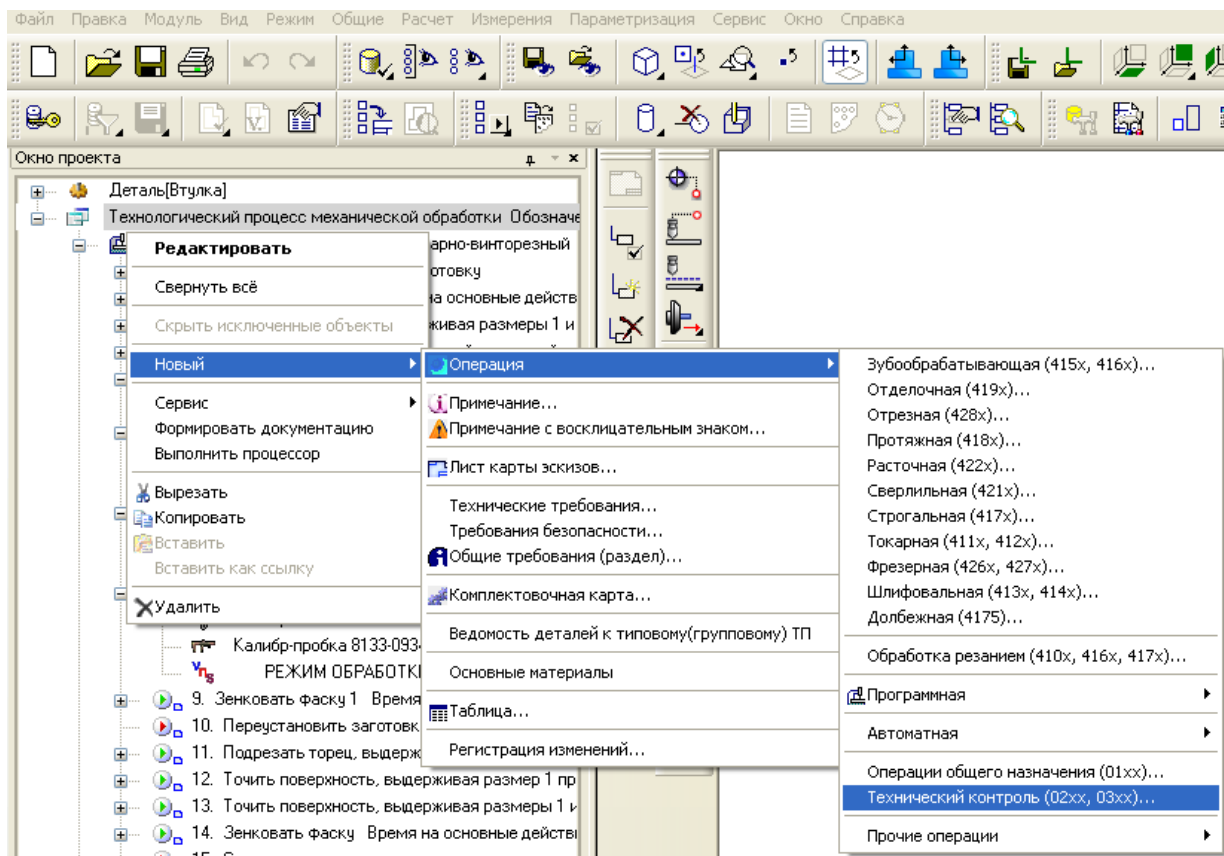
студенты 3 курса кафедры теории и методики профессионально-технологического образования, Брянский государственный университет им. ак. И.Г. Петровского, Россия, г. Брянск

В статье излагаются приемы разработки операции технического контроля при автоматизированном проектировании технологического процесса механической обработки в компьютерной системе ADEM CAD/CAM/CAPP. Описана база данных измерительного инструмента, приведена методика формирования переходов операции технического контроля, на основе данных размещенных ранее в основных переходах технологического процесса.

*Ключевые слова:* информационные технологии в металлообработке, интегрированные конструкторско-технологические системы, технологическая документация, технический контроль.

Операции технического контроля, при разработке технологического процесса механической обработки деталей в интегрированной конструкторско-технологической компьютерной системе ADEM CAD/CAM/CAPP (9-я версия), можно проектировать простым выбором содержаний переходов и указанием контролируемых размеров, а также воспользоваться автоматизированным сервисом по созданию операций технического контроля. Для этой цели используется информация о контролируемых параметрах и средствах контроля ранее отраженная в основных переходах [1,2].

Для создания операции технического контроля в окне проекта созданного технологического процесса, через правую кнопку мыши, выделить **Технологический процесс механической обработки** и затем в выпадающих меню **Новый – Операции – Технический контроль**.



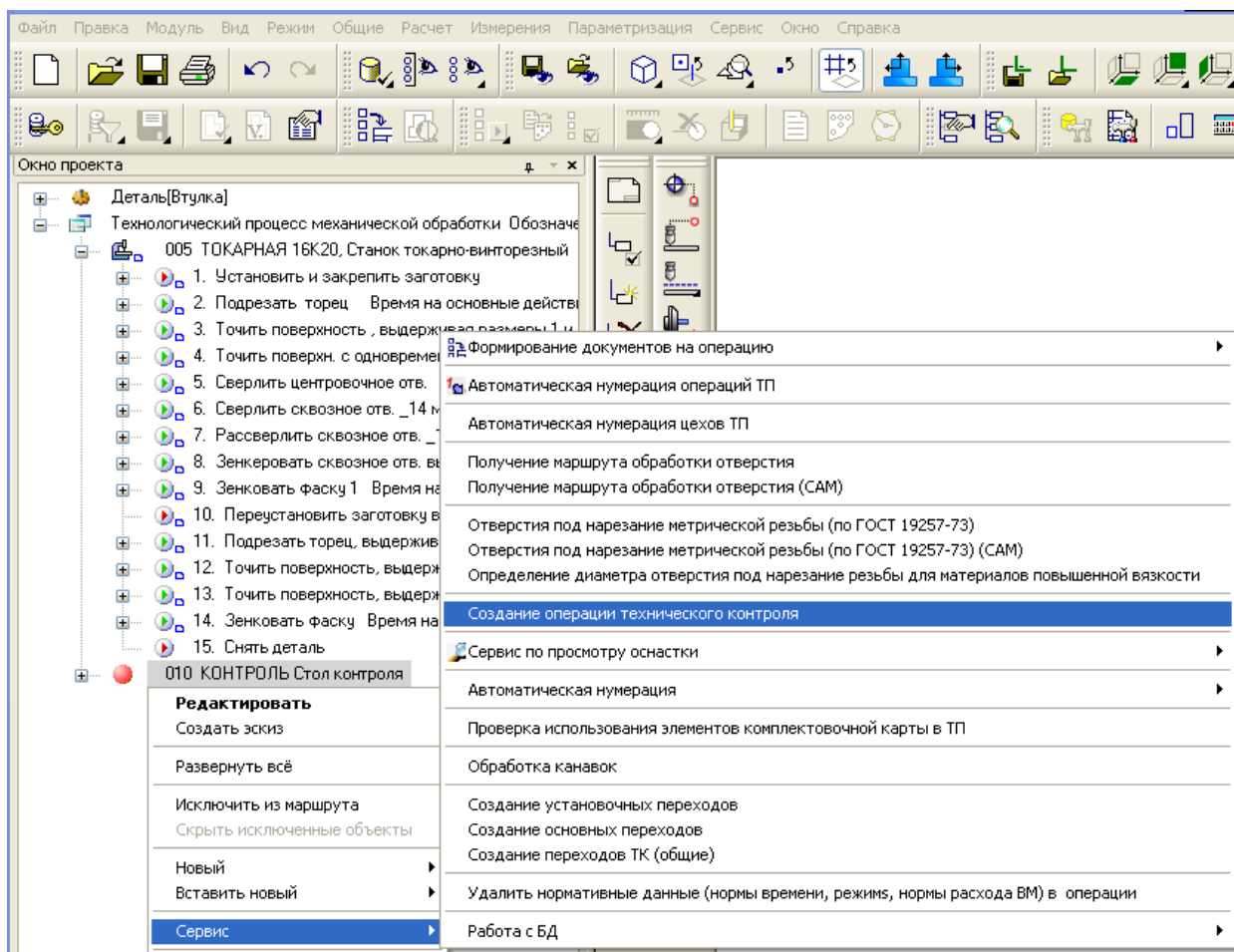
В открывшейся таблице в группе операций **Контроль прочих величин...** выделить **Контроль**

**Выбор из таблицы**

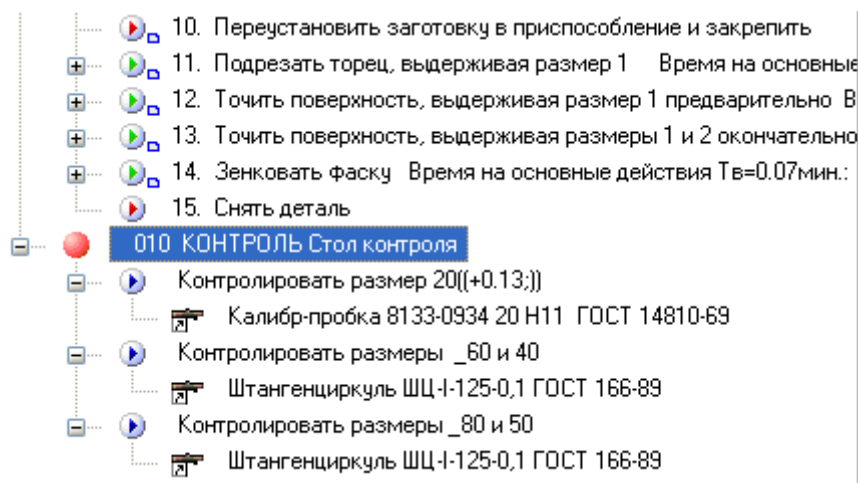
Комментарии  
Выбор операции с групп операций

	KOD_OP	IOT
Группа операций		
КОНТРОЛЬ АКУСТИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН		
КОНТРОЛЬ ВЕЛИЧИН ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ		
КОНТРОЛЬ ВЕЛИЧИН ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ		
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК		
КОНТРОЛЬ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН		
КОНТРОЛЬ ПРОЧИХ ВЕЛИЧИН И ХАРАКТЕРИСТИК		
<b>КОНТРОЛЬ</b>	0200	БТ 48; БТ 242
КОНТРОЛЬ АКТИВНОСТИ НУКЛИДА В РАДИОАКТИВНОМ ИСТОЧНИКЕ	0361	

В окне проекта появится операция **010. Контроль**. Указанием на неё, через правую кнопку, в открывшихся контекстных меню выбрать **010. Контроль – Сервис – Создание операции технического контроля**.

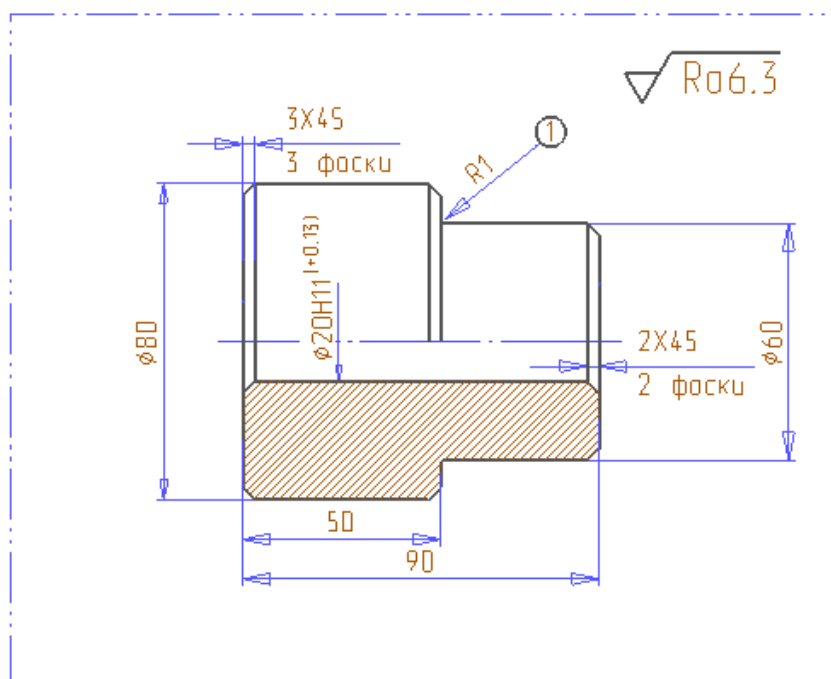


После последовательного выделения этих команд происходит автоматическое формирование переходов операции контроля, на основании информации о контролируемых параметрах и средствах контроля занесенной ранее в табло со средствами контроля других переходов.



В качестве эскиза к этой операции используется чертеж детали. Указанием курсора на текст **010 КОНТРОЛЬ** в окне проекта, нажатием правой кнопки мыши, открывается контекстное меню в котором выделяется **Создать эскиз**. В появившемся табло выделяется строка **С** чертежа.

Откроется модуль **CAD** в котором открывается чертеж втулки. Изображение для карты эскиза выделяется двойной штрихпунктирной линией.



#### Список литературы

1. Воронцова Я.Д., Макачук Д.Н., Селезнев В.А. Автоматизация разработки технологической документации в интегрированной системе CAD/CAM/CAPP. «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»: Электронный сборник статей по материалам XVI студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК». – 2015. – № 1 (16)/ С.102-108 [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://www.sibac.info/archive/Technic/1\(16\).pdf](http://www.sibac.info/archive/Technic/1(16).pdf).

2. Селезнев В.А. Интегрированные компьютерные конструкторско-технологические CAD/CAM системы в подготовке квалифицированных рабочих. Информационные технологии в проектировании и производстве. 2012. №2. С. 36-40.

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

**Сизиков В.П.**

доцент кафедры высшей математики, канд. техн. наук, доцент,  
Омский государственный университет путей сообщения, Россия, г. Омск

С привлечением системной методологии в ранге ДИС-технологии осуществлён системный анализ фактов электромагнитной индукции. На примере модели взаимодействия двух триад установлено, в чём состоит суть такой индукции и главных сопровождающих её понятий. Выявлены основные варианты развёртывания индукции, в том числе роль при этом движения.

*Ключевые слова:* движение, диполь, ДИС-технология, индукция, магнит, режим, ресурс, ЭДС.

**1. Введение.** Данная работа является продолжением серии апробаций ДИС-технологии, которой присущи одновременно качества системной методологии, языка программирования на уровне оболочки экспертных систем и аппарата имитационного моделирования. ДИС-технология позволяет быстро получать на качественном уровне то, что обычно требует долгих исследований, проведения затратных и экологически вредных экспериментов. В данной статье это демонстрируется на примере анализа фактов электромагнитной индукции.

В статье [1] объясняется, почему магнитогидродинамические (МГД-) генераторы не смогли заменить электромашин. Но не со всем здесь придётся согласиться. Суть в том, что традиционные представления об индукции и работе МГД-генератора не системны. Во-первых, они предполагают существование монополя электрического заряда, в том числе полной изоляции положительного заряда и отрицательного с образованием из них тока. Но это иллюзия, и на деле всё устроено на электрических диполях (ЭД). Во-вторых, по исследованиям [3] среда, в которой происходит взаимодействие зарядов, вовсе не тождественна традиционным представлениям о вакууме как пустом множестве, и на деле она оказывается не менее активным элементом взаимодействия, чем сами заряды. В-третьих, в описании работы МГД-генератора не видно процессов-систем как кругооборотов ресурса. Но при этом процесс вынужден быть обречённым.

Для исправления ситуации определимся с системными представлениями об электромагнитной индукции, в том числе выявим роль при этом движения.

**2. Так ли уж важны представления о токе?** Примем во внимание серии экспериментов в [2–6] с отражением режимов из класса электромагнетизма у процессов информационного функционирования (ПИФ) динамических информационных систем (ДИС). Определяющей характеристикой этих режимов является преобладание в них проявлений пассива над активом с выделением триады вершин  $v_0, v_1, v_2$ , таких, что: ресурс перераспределяется по циклу  $v_0 \rightarrow v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_0$ ; вершина  $v_0$  выступает в роли положительного полюса ЭД, вершина  $v_2$  – отрицательного полюса этого ЭД, вершина  $v_1$  – магнитной среды как проводника электрического взаимодействия; вершина  $v_0$  основную часть времени пребывает с приличным объёмом пассива и почти без актива, а вершина  $v_2$  – почти без ресурса, но на некоторых краткосрочных этапах каждая вершина испытывает «вспышку», сосредоточивая в своём активе почти весь ресурс системы (рис. 1). На этапах «вспышек» явно проявляют себя и типы движения как внутренний атрибут системы. Однако это вовсе не означает безвозвратного побега каких-то частиц по проводнику с образованием тока. Даже если это будет побег электронов в ранге ресурса, у каждого из них есть возможность вернуться обратно, описав цикл, как оно представляется в работе химического аккумулятора с подключенным проводником. Но если электроны возвращаются, то остаётся неясно, почему не стабилизируется, а всё более слабеет их побег, и аккумулятор разряжается. Суть, скорее, в том, что роль ресурса исполняют вовсе не заряды. Тем более что нет свидетельств



об электронах как компактных, надёжно ограниченных, образованиях. На деле надо предполагать не вещественно-энергетический, а информационно-полевой ресурс, ассоциирующий с проявлениями напряжений, электродвижущих сил (ЭДС), с довольно гибкими и разнообразными переменами. Не менее важно то, что ЭД и магнитная среда всегда сосуществуют в процессе-системе, а явления индукции привязаны к определённым интеграциям процессов-систем.

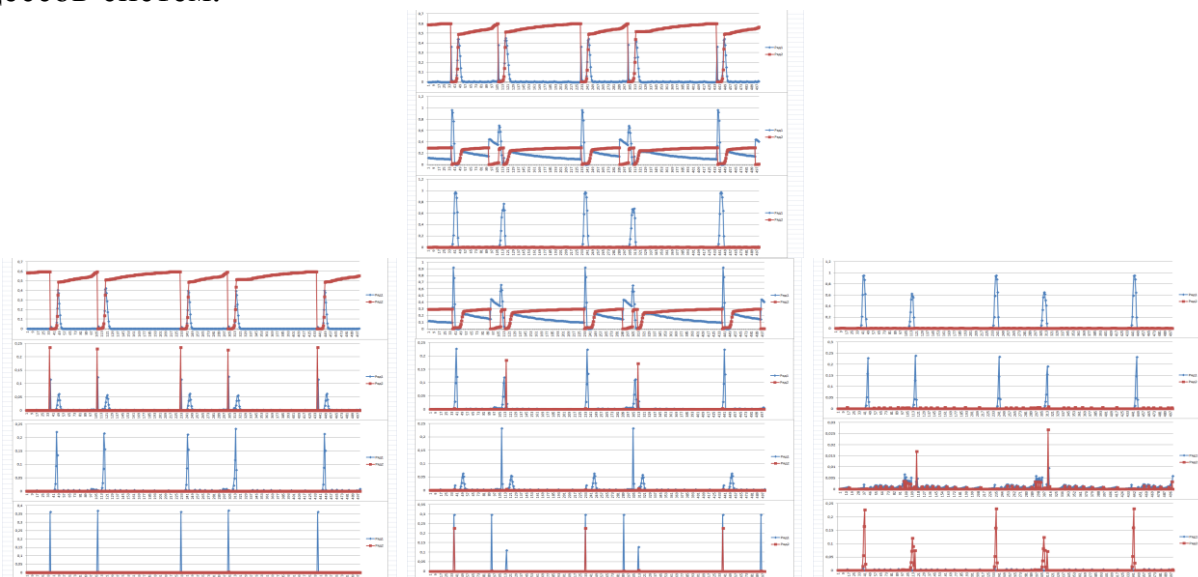


Рис. 1. Режим электромагнетизма и типы движения при нём

То, что считается свидетельством бега электронов с образованием тока, выражается в сочетании проявлений вращательного, механического и теплового движений на месте вершины  $v_2$  (соответственно, второй и первый ряды во второй полосе и второй ряд в третьей полосе на последнем блоке рисунка 1). Но средние значения этих показателей, в том числе и в вершинах  $v_0$ ,  $v_1$ , на рисунке 1 не превышают 0,006 от общего объёма ресурса в системе, и сводить к ним суть процесса в целом не уместно. Надёжную реакцию магнитной стрелки на проводник в опытах обеспечивает всё же не ток, а одинаково ориентированные в проводнике ЭД и сосуществующие с ними магнитные среды под действием ЭДС при замыкании цепи. В эту идею укладывается природа «постоянных» магнитов (ПМ), требуя думы о наличии в веществе не невероятных стабильных токов из зарядов, а лишь закреплённого порядка в ориентации ЭД (и магнитных сред). Если, как и в работе [6], модель вещества представить сетью из триад, где узлы делятся на три блока  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2$  с кругооборотом между ними ресурса по циклу  $V_0 \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_0$ , то проявления вещества как ПМ будет определять интеграция узлов в блоках для обеспечения режима электромагнетизма в сети. А мощность ПМ определит средняя величина актива в узлах блока  $V_1$  под магнитные среды.

**3. Где же в опытах индукция?** Традиционно считается, что при прямой индукции электрический ток порождает магнитное поле, и приводится опыт с реакцией магнитной стрелки на проводник в цепи с ЭДС. А на деле происходит лишь упорядочение ориентации ЭД и сосуществующих с ними магнитных сред в проводнике под действием ЭДС, т.е. сбывается переход:

ЭДС→ориентация ЭД. Магнитная стрелка в опыте важна лишь для констатации факта такого перехода.

Далее, такой опыт оставил бы непонятной потребность во внешнем магнитном поле при описании обратной индукции. Наверное, в опыте прямой индукции должен дополнительно быть закреплённый ПМ, а результат опыта проявляться направленным перемещением проводника как тела магнита за счёт взаимодействия его с ПМ, выдавая двухзвенный переход: ЭДС→ориентация ЭД→перемещение проводника в поле внешнего ПМ. Тогда феномен обратной индукции представится обратным двухзвенным переходом: перемещение проводника в поле внешнего ПМ→ориентация ЭД→ЭДС. Но и здесь не всё благополучно, тем более что часто в формулировках указывается ток, а не ЭДС.

Дело в том, что закреплённый ПМ, воздействуя на материал проводника, может сразу навести в нём некий порядок в ориентациях ЭД и магнитной среды и этим уже породить ЭДС в проводнике, а вместе с ней и перемещение самого проводника. Именно этот эффект работает в фактах притяжения ПМ предметов, прежде всего, металлических. Так что обратный переход: ориентация ЭД→ЭДС, приписываемый обратной индукции, вовсе не нуждается в перемещении для этого проводника, достаточно наличия внешнего ПМ, влияющего на проводник.

Исходное перемещение проводника, традиционно требуемое в феномене обратной индукции, на деле может лишь усиливать эффект взаимодействия уже несколько упорядоченной внутренней среды проводника с закреплённым ПМ, приводя к направленному перераспределению потенциалов у ЭД и усилению в проводнике ЭДС. Именно для усиления ЭДС в феномене обратной индукции важно исходное перемещение проводника относительно закреплённого ПМ.

Так, где же и что представляет собой электромагнитная индукция?

**4. А что такое ЭДС?** Для использования ЭДС обычно подключаются к её источнику, не задумываясь о факте её возникновения. Чаще всего источником ЭДС служит гигантская накопительная сеть с перепадом напряжений, а иногда ЭДС явно даётся аккумуляторами. Но какова истинная природа ЭДС?

С одной стороны, потенциал объекта традиционно мыслится как внешняя характеристика объекта, отражающая разности в неких показаниях в окружении. С другой стороны, хотя ЭДС тоже считают разностью потенциалов, её природа за рамками электромагнитной индукции вряд ли укладывается в представления о потенциале объекта, так как, по сути, не зависит от факта протяжённости окружения на примере длины и ориентации в нём электрической цепи.

Далее, известно, что величину ЭДС можно аддитивно копировать, соединяя источники последовательно, и в этом ЭДС ассоциирует с функцией потенциала. Но аддитивность ЭДС здесь является не столько следствием последовательных смещений в окружении объекта, сколько результатом объединения нескольких объектов. Однако идея простого объединения объектов тоже не корректна, так как параллельное соединение источников ЭДС делает ситуа-

цию конфликтной, где между фиксированной парой мест в цепи должно оказаться, по крайней мере, в начальный момент соединения сразу несколько разных значений ЭДС в ранге разности потенциалов. И, главное, что для устранения такого конфликта необходимо постулировать работу некоего дополнительного процесса в цепи, протекающего при нарушениях традиционных правил и представлений об ЭДС. А уж по окончании этого процесса весь комплекс будет проявлять себя с ЭДС, равной максимальной из тех, что имелись у исходных источников, причём у более слабых таких источников как будто поменяются полюса напряжений.

Кстати, чем не в пример с параллельным соединением источников ЭДС идут процессы в аккумуляторе? И тогда получается, что самый мощный поток постоянно гасит, по сути, разрушает более слабые, приводя в итоге к порче сами материалы аккумулятора. Вот и неизбежная причина разрядки аккумулятора.

Так что понять ЭДС как потенциал какого-то актуально существующего поля – безуспешно, а традиционные правила учёта ЭДС не во всём адекватны. Имеем ещё один недостаток в традиционных подходах к явлениям индукции.

Но выявленные неясности и расхождения в толкованиях устранимы, если обратиться к ДИС-технологии. Проведём соответствующий системный анализ.

**5. ДИС-технология электромагнитной индукции.** Обратимся к модели вещества [6], где часть  $G$  представит ПМ в ранге триады вершин  $v_0, v_1, v_2$  с кругооборотом в ней ресурса по циклу  $v_0 \rightarrow v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_0$ . При этом ПИФ в триаде изначально проявляется в режиме электромагнетизма, и для определённости считаем, что вершина  $v_0$  представляет положительный полюс в  $G$ , вершина  $v_2$  – отрицательный, а вершина  $v_1$  – магнитную среду. И надо выяснить, как при таких условиях сложится режим ПИФ во всём веществе, какую роль здесь может сыграть движение относительно ПМ  $G$ ?

Примеры с когнитивной ячейкой, например, в [4], показывали сходство поведения ПИФ в вершине  $v_1 \in G$  и дополнительной вершине  $v_3$ . В частности, проявление электромагнетизма в триаде  $G$  побуждало к участию в нём и  $v_3$  из окружения. Но этот момент правильнее проинтерпретировать как проявление эффекта поляризации среды под действием источника электромагнетизма  $G$ . Для эффекта индукции нужно выделение в окружении не одной вершины  $v_3$ , а, как минимум, автономной, онтологически сопоставимой с ПМ, части  $F$  как триады вершин  $v_3, v_4, v_5$  с кругооборотом в ней ресурса по циклу  $v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_5 \rightarrow v_3$ . И задача состоит в изучении взаимодействия триад  $G$  и  $F$ .

В объединённой модели вершины  $v_0, v_5$  составят блок  $V_0$ , вершины  $v_1, v_3$  – блок  $V_1$ , вершины  $v_2, v_4$  – блок  $V_2$ . Все постоянные мотиваций взаимодействия [3–5] считаем максимальными:  $a_i = b_i = 1$  ( $i=0, \dots, 5$ ). Для части  $G$  как автономной системы со своей условной единицей берём  $\lambda_0 = 0,9$ ,  $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,01$ , и её собственный режим ПИФ будет иметь вид, изображённый на рисунке 2 слева, а её мощность как ПМ составит 0,189 условных единиц. Пусть вначале это же выполнено и для части  $F$  как автономной системы с условной единицей,

что для определённости в 9 раз меньше, чем у части  $G$ . По сути, получим задачу взаимодействия двух ПМ  $G$  и  $F$ , где  $F$  в 9 раз слабее  $G$ . К такой задаче добавим пару случаев, когда для части  $F$  как автономной системы со своей условной единицей характерен режим гравитации с  $\lambda_3=\lambda_4=\lambda_5=0,23$  и с  $\lambda_3=\lambda_4=\lambda_5=0,001$ , и эти собственные для  $F$  режимы ПИФ изображены на рисунке 2, соответственно, в центре и справа.

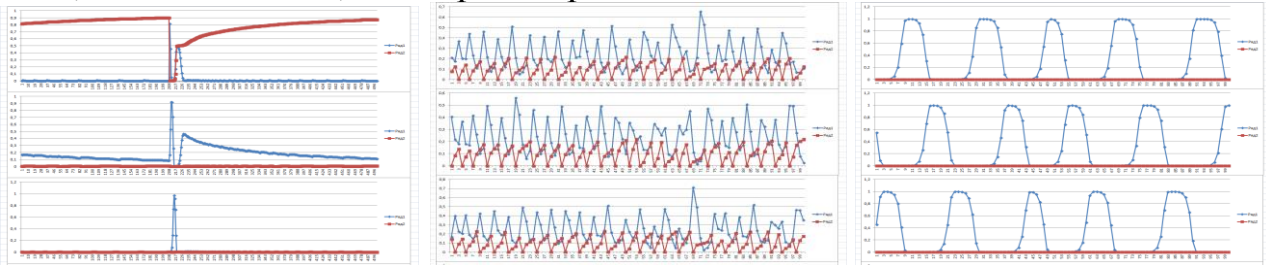


Рис. 2. Первоначальный режим электромагнетизма в  $G$  и  $F$  на автономном уровне (слева) и гравитации в  $F$  при относительно больших (в центре) и малых (справа)  $\lambda$

При объединении в систему значения  $\lambda$  в  $G$  уменьшатся на 10%, составив  $\lambda_0=0,81$ ,  $\lambda_1=\lambda_2=0,009$ , а в  $F$  уменьшатся в 10 раз. Далее многое с ПМ  $F$  будет зависеть от того, как он ориентируется относительно ПМ  $G$ . Если ориентация такова, что положительные полюсы у ЭД из  $F$  и  $G$  оба попадают в блок  $V_0$ , то это будет означать выбор  $\lambda_3=\lambda_4=0,001$ ,  $\lambda_5=0,09$ . И на рисунке 3 слева приведён режим ПИФ для этого случая, включающий 6 полос под вершины  $v_i$  ( $i=0, \dots, 5$ ), считая сверху вниз. Если ориентация такова, что при ней положительный полюс у ЭД из  $F$  окажется в блоке  $V_2$ , то будет выбор  $\lambda_3=\lambda_5=0,001$ ,  $\lambda_4=0,09$ , и на рисунке 3 в центре приведён режим ПИФ для этого случая. Наконец, ориентация, когда положительный полюс у ЭД из  $F$  окажется в блоке  $V_1$ , даст выбор  $\lambda_3=0,09$ ,  $\lambda_4=\lambda_5=0,001$ , и на рисунке 3 справа приведён режим ПИФ для этого случая.

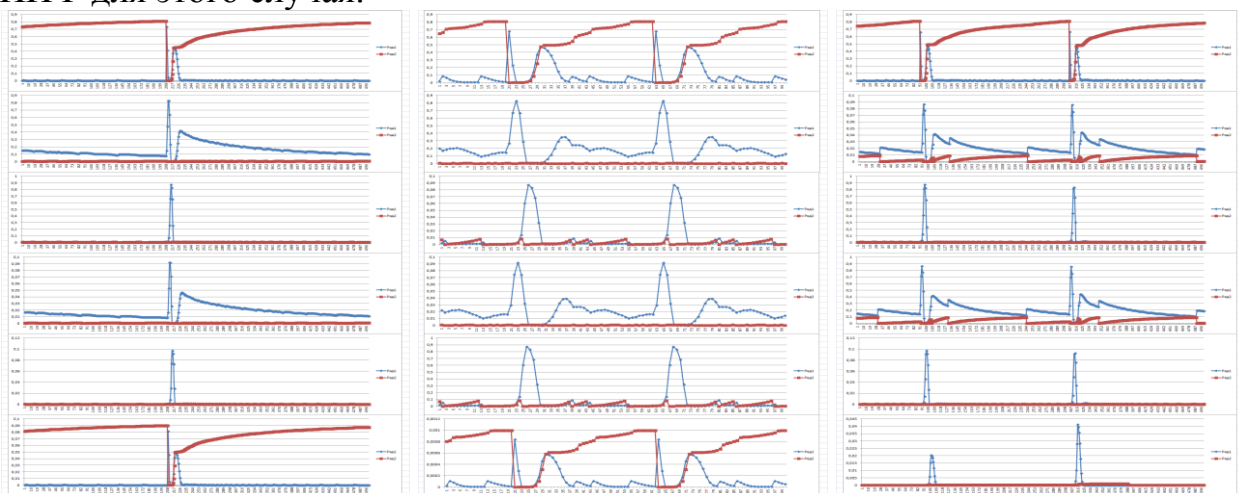


Рис. 3. Режим взаимодействия  $G$  и  $F$  как ПМ, когда ориентация у  $F$ : совмещает блоки  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2$  с  $G$  (слева) и повернута на шаг назад (в центре) и на шаг вперёд (справа)

Как видно, в первом случае поведение ПИФ в частях  $F$  и  $G$  практически копирует его первоначальное автономное поведение. Вся система предстаёт как ПМ с мощностью, равной сумме мощностей исходных: 0,189 от объединённой условной единицы. Аналог этого даёт второй случай с существенным отличием от первого тем, что ПМ обменялись отрицательными полюсами ЭД,

повысив на порядок частоту трансформаций ресурса и на 20% мощность магнитного поля: 0,226 от объединённой условной единицы. Первый случай ассоциирует с фактом параллельного присоединения друг к другу двух ПМ одинаковыми полюсами, а второй – противоположными, где разноимённые полюсы от разных исходных ПМ получают шансы к более прочному объединению в новые ПМ.

А в третьем случае электромагнетизма в части  $F$  нет, во всех её вершинах пассив проявляется на порядок меньше актива. Если б не этот момент, ситуация в третьем случае походила бы на таковую из второго, но теперь с обменом ПМ магнитными средами. Причём, вершина  $v_3$ , ассоциирующая с магнитной средой, превосходит теперь по показаниям актива все другие вершины, в том числе все вершины в первом и втором случаях: 0,212 от объединённой условной единицы или 0,236 от условной единицы ПМ  $G$ . На этот третий случай можно посмотреть двояко. Во-первых, он напоминает ситуацию с параллельным соединением двух источников ЭДС, где более мощный источник накрывает в противостоянии более слабого, используя дополнительно и его территорию. Во-вторых, можно здесь допустить, что среда (материал) у исходного слабого ПМ наделена более высокой проводимостью электрического взаимодействия и её захватывает себе сильный ПМ, отняв шансы для автономного проявления электромагнетизма у слабого ПМ. При этом роль слабого ПМ может сыграть металлический предмет, образуя с сильным ПМ комплекс, не уступающий по величине магнитного напряжения и второму случаю. На такой вариант наводят и случаи, когда первоначально часть  $F$  несёт в себе режим гравитации.

При выбранных выше условиях при режиме гравитации ориентация  $F$  относительно  $G$  не будет играть роли. Так что в объединённой системе теперь будет  $\lambda_3=\lambda_4=\lambda_5=0,023$  в первом случае и  $\lambda_3=\lambda_4=\lambda_5=0,0001$  во втором случае, и на рисунке 4 приведены режимы ПИФ всей системы для этих случаев. К ним добавим случай, когда условная единица у части  $F$  будет равна таковой у ПМ  $G$ , так что при объединении окажется  $\lambda_0=0,45$ ,  $\lambda_1=\lambda_2=0,005$ ,  $\lambda_3=\lambda_4=\lambda_5=0,115$ .

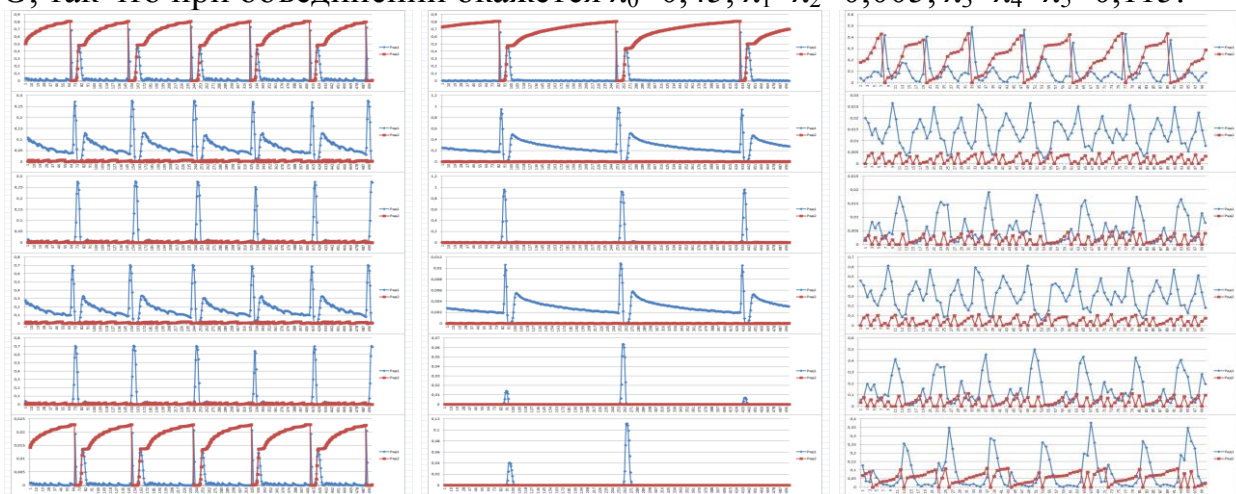


Рис. 4. Режим взаимодействия  $G$  и  $F$ , когда первоначально у  $F$  имел место режим гравитации: при относительно больших (слева) и малых (в центре)  $\lambda$ ; при равных условных единицах у  $G$  и  $F$  (справа)

Так, если  $\lambda$  в  $F$  не очень малы по сравнению с  $\lambda$  в ПМ  $G$ , объединение  $F$  с  $G$  ведёт к возникновению в  $F$  электромагнетизма с положительным полюсом ЭД в вершине  $v_5$ , входящей в блок  $V_0$ , и магнитной напряжённостью 0,177 от объединённой условной единицы (0,196 от условной единицы ПМ  $G$ ). Правда, исходя из амплитуд активов в графиках, ситуация теперь напоминает первую на рисунке 3, но с обменом  $F$  и  $G$  сразу и отрицательным полюсом ЭД, и магнитной средой. При этом случился рост и частоты трансформаций ресурса, и мощности системы как ПМ в целом, превзойдя в этом все случаи с рисунка 3: 0,246 от объединённой условной единицы. А при очень малых  $\lambda$  в  $F$ , в том числе при очень малой условной единице у  $F$ , наведения режима электромагнетизма в  $F$  при объединении с ПМ  $G$  нет. Почти весь ресурс из  $F$  уходит в  $G$ , оставив незначительный его объём в вершине  $v_3$  под резонанс, диктуемый магнитной средой ПМ  $G$ . И здесь возможен ещё больший рост мощности ПМ  $G$  за счёт резервов части  $F$ , что, в частности, даёт случай на рисунке 4 в центре: 0,274 от условной единицы ПМ  $G$ . Однако режима электромагнетизма не только в  $F$ , но и в  $G$  не окажется при их объединении, если условная единица у  $F$  не мала по сравнению с таковой у  $G$ , пример чего даёт случай на рисунке 4 справа. Также без электромагнетизма система останется и при очень малых  $\lambda$  в  $F$ .

Итак, небольшое по ёмкости окружение  $F$  ПМ  $G$  больше способствует росту общего магнитного потенциала, если  $F$  не выступает изначально в ранге ПМ. В первом случае на рисунке 4 имеем возникновение ЭДС в окружении  $F$  под действием ПМ  $G$ , во втором – рост мощности ПМ  $G$  за счёт резервов окружения  $F$ . А третий случай на рисунке 4 даёт пример  $F$  в роли изолятора.

Если присмотреться ещё к показателям механического движения, то они в вершинах  $v_0, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5$  объединённой системы с ПМ  $G$  составляют от её условной единицы, соответственно, следующие доли процента:

- 1) 0,19, 0,21, 0,15, 0,024, 0,016, 0,021 на рисунке 3 слева, их сумма 0,611;
- 2) 1,6, 1,7, 0,13, 0,18, 1,3, 0,002 на рисунке 3 в центре, их сумма 4,912;
- 3) 0,3, 0,039, 0,28, 0,39, 0,031, 0,054 на рисунке 3 справа, их сумма 1,094;
- 4) 0,8, 0,27, 0,2, 0,69, 0,5, 0,023 на рисунке 4 слева, их сумма 2,483;
- 5) 0,37, 0,46, 0,34, 0,005, 0,006, 0,012 на рисунке 4 в центре, их сумма 1,193.

Так что наиболее ярко механическое движение проявляется в варианте 2), отвечающем случаю присоединения двух ПМ разноимёнными полюсами. Почти вдвое уступает ему вариант 4) с возникновением ЭДС в окружении ПМ. Ещё более чем вдвое меньше показатели в вариантах 3) и 5), в первом из них ПМ использует материал среды, а во втором «захватывает» ресурсы у окружения. В этих случаях окружение подкрепляет ПМ, образуя с ним единый прочный комплекс. И ещё почти в 2 раза меньше показатель механического движения в варианте 1), где два ПМ не «стремятся» образовывать единый комплекс.

Полученная картина с показателями механического движения у основных вариантов взаимодействия ПМ  $G$  с окружением  $F$  вполне соответствует



данным из общеизвестных опытов. На тему индукции здесь оказывается вариант 4), что держит первенство по показателям механического движения после варианта 2), в котором  $G$  и  $F$  были и остаются в ранге ПМ, соединившись разноимёнными полюсами. В варианте 4)  $F$  выступает аналогом проводника, попавшего под влияние ПМ  $G$  и получившего в результате взаимодействия с  $G$  заряд ЭДС и приличную долю механического движения. И, в принципе, нет никакой необходимости двигать этот проводник заранее относительно ПМ.

**6. Что даёт движение проводника?** Отследим, что же дополнительно даёт «принудительное» движение проводника относительно ПМ. В модели это будет означать, что рёбра, передающие ресурс от  $G$  к  $F$ , работают стационарно. Так как в вершине  $v_0$  регулярно должны встречаться объёмы ресурса свыше  $\lambda_0=0,81$ , величины проводимости этих рёбер должны быть меньше остатка  $0,19$ . Приняв их равными  $0,18$ , получим режим ПИФ объединённой системы, что приведён на рисунке 5 слева. Здесь не просто на смену режиму гравитации в  $F$  пришёл режим электромагнетизма, но и ЭДС оказалась почти в  $1,5$  раза больше, чем в случае индукции на рисунке 4 слева: средний показатель магнитного напряжения в вершине  $v_3$  вырос до  $0,272$  от условной единицы ПМ  $G$ .

Но особо примечательны случаи, когда условная единица у  $F$  достаточно мала по сравнению с таковой у  $G$ . Как отмечалось выше на рисунке 4 в центре, при этом не наводится электромагнетизм в части  $F$ , т.е. нет оснований говорить и об ЭДС в  $F$  как проводнике, неподвижном относительно ПМ  $G$ . Ситуация в корне меняется, если начать двигать  $F$  относительно ПМ  $G$ . На рисунке 5 в центре приведён режим ПИФ объединения, когда условная единица у  $F$  в  $99$  раз меньше чем у  $G$ , т.е.  $\lambda_0=0,891$ ,  $\lambda_1=\lambda_2=0,0099$ ,  $\lambda_3=\lambda_4=\lambda_5=0,0023$ , а проводимости рёбер, передающих ресурс от  $G$  к  $F$ , равны  $0,1$ . Здесь в части  $F$  появилась ЭДС с магнитной напряжённостью лишь на  $25\%$  меньше случая индукции:  $0,144$  от условной единицы ПМ  $G$ . Именно на данном примере получаем традиционный вариант возникновения ЭДС в проводнике при движении его относительно ПМ.

Хотя главным признаком движения проводника  $F$  относительно ПМ  $G$  в модели является стационарный характер работы рёбер, передающих ресурс от  $G$  к  $F$ , к нему можно добавить ещё и условие уменьшения мотиваций пассива в самом проводнике  $F$ , т.е. параметров  $b_3$ ,  $b_4$ ,  $b_5$ . Взяв, к примеру,  $b_3=b_4=b_5=0,1$ , убедимся, что магнитная напряжённость в  $F$  стала ещё больше. Так, преобразуя вариант на рисунке 5 слева, получим её величину в  $F$ , превышающую таковую из случая индукции уже более чем в  $1,5$  раза ( $0,295$  от условной единицы ПМ  $G$ ). А преобразуя вариант на рисунке 5 в центре – меньше уже лишь на  $6\%$  ( $0,184$  от условной единицы ПМ  $G$ ). И на рисунке 5 справа приведён режим ПИФ объединённой системы для последнего случая.

Таким образом, привлечение движения, в самом деле, позволяет не только увеличивать магнитную напряжённость, но и создавать ЭДС в проводнике. Однако последний момент характерен для случаев, когда ресурсная ёмкость у проводника весьма мала по сравнению с таковой у ПМ, что, скорее, и имело место в традиционных экспериментах. Кроме того, величина магнит-

ной напряжённости в таких экспериментах при измерении её в единицах ресурсной ёмкости ПМ всё же много меньше, чем в вариантах, когда проводник довольно ёмкий и ЭДС в нём возникает даже при отсутствии движения относительно ПМ.

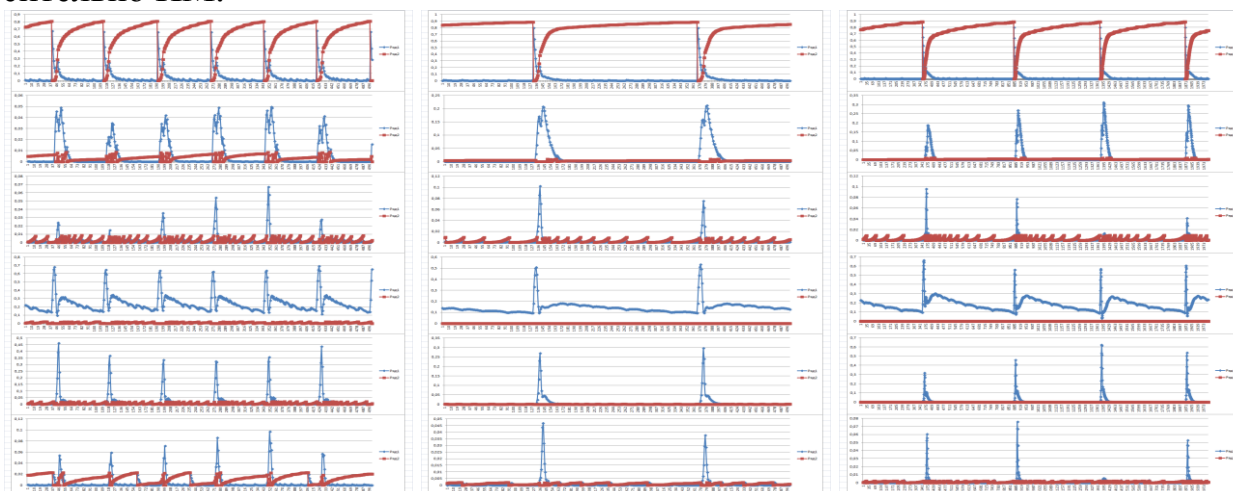


Рис. 5. Режим индукции, когда  $F$  имеет дополнительное движение относительно ПМ  $G$ : при достаточно большой (слева) условной единице у  $F$  и малой, когда нет ослабления мотиваций пассива (в центре) и когда они есть (справа)

**7. Основные выводы.** Принимая во внимание проведённые исследования и исходные проблемные моменты, сделаем ряд важных выводов.

ЭД и магнитная среда всегда сосуществуют в процессе-системе, и никаких движений зарядов или проводников для этого изобретать не надо.

Подключение проводника к источнику ЭДС это всё равно, что запуск взаимодействия двух автономных объектов, первый из которых потенциально имеет возможность выступить в ранге ПМ, а второй выступает таковым. В частности, ПМ всегда потенциально является источником ЭДС, не требуя, однако, явного подключения к нему по примеру замыкания цепи.

В материале объекта, размещённого вблизи ПМ, может в отсутствие их относительного движения, как возникнуть ЭДС, так и, наоборот, исчезнуть ЭДС. Добавка относительного движения способствует расширению возможностей возникновения и нарастания ЭДС в материале объекта. Эффекты от добавки движения тем выше, чем меньше ресурсная ёмкость у объекта.

ЭДС не может быть потенциалом актуально существующего поля. Однозначно определённой характеристикой источника ЭДС она может явиться лишь через контактное подключение к нему на примере замыкания цепи. Такой определённости нет при источниках в ранге ПМ, это, по сути, и выделяет факты электромагнитной индукции в особый класс явлений и закономерностей.

Для использования электромагнитной индукции не обязательно прибегать к движениям зарядов или проводников. Так что не исключена возможность создания накопительной системы ЭДС из микро-генераторов или незагорающей автоматики из электрических микромашин.

**8. Заключение.** Итак, с применением ДИС-технологии проведён системный анализ фактов электромагнитной индукции. Установлено, что традиционные представления об индукции не системны, грубы, и невозможно



гарантировать их адекватное распространение на другие явления Природы. А вслед за устранением указанных недостатков выявлены резервы для качественно нового развёртывания и использования индукции.

По сути, имеем ещё один пример, доказывающий актуальность и эффективность использования в теоретических и прикладных исследованиях системного анализа при ДИС-технологии в ранге системной методологии и инструментария имитационного математического моделирования.

#### Список литературы

1. Мамаев, О. Как из движения сделать электричество: МГД-генераторы [Текст] / О. Мамаев. – Наука и жизнь. – 2015. – № 8. – С. 72–80.
2. Разумов, В.И. Системный анализ роли истории [Текст] / В.И. Разумов, В.П. Сизиков // Вестник Омского университета. – 2015. – № 2 (76). – С. 83–89.
3. Сизиков, В.П. Модель и анализ взаимодействия протона и электрона на базе ДИС-технологии [Текст] / В.П. Сизиков // Теоретические и прикладные аспекты современной науки : сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции 31 декабря 2014 г.: в 6 ч. / Под общ. ред. М.Г. Петровой. – Белгород : ИП Петрова М.Г., 2015. – Часть III. – С. 118–125. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.
4. Сизиков, В.П. Системный анализ модернизаций в обществе [Текст] / В.П. Сизиков, В.И. Разумов // Современные тенденции развития науки и технологий: сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции 31 июля 2015 г.: в 6 ч. / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород : ИП Ткачёва Е.П., 2015. – Часть III. – С. 139–147. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.
5. Сизиков, В.П. Системный анализ проблематики подвешивания тягового двигателя [Текст] / В.П. Сизиков // Современные тенденции развития науки и технологий: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции 30 сентября 2015 г.: в 10 ч. / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород : ИП Ткачёва Е.П., 2015. – № 6, часть I. – С. 139–145. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.
6. Сизиков, В.П. Трещины и дислокации: системный статус и управление [Текст] / В.П. Сизиков // Современные тенденции развития науки и технологий : сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции 31 мая 2015 г.: в 7 ч. / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород : ИП Ткачева Е.П., 2015. – Ч. II. – С. 137–144. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.

## ЯЗЫК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ БИЗНЕС ПРАВИЛ JESS

*Спирин Д.В., Лоскутова А.А., Беззатеев И.А., Баландин В.А.*  
магистранты ст. гр. 15ВВМ1,  
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

В статье рассматривается язык представления бизнес правил JESS.

*Ключевые слова:* информационные технологии, JESS, JAVA, программист, Drools.

Jess – движок для написания правил под платформу Java, разработанный Ernest Friedman-Hill of Sandia National Labs. Jess является расширением

для языка программирования CLIPS. Первая версия Jess была разработана в 1995. Язык rule-based основной и создан для автоматизации экспертной системы и часто называется оболочкой экспертных систем.

Вместо процессуальной парадигмы, где одна программа имеет цикл, который активируется только один раз, Jess использует декларативную парадигму, при которой постоянно применяется коллекция правил к коллекции фактов в процессе, называемым шаблоном. Правила могут изменить коллекцию фактов, к тому же они могут выполнить любой код на Java.

В отличие от CLIPS, распространяющегося под лицензией с открытым кодом, Jess не имеет открытого исходного кода. Jess бесплатна для образовательных целей.

В русскоязычном интернете отсутствуют упоминания о Jess. Даже на «Хабрахабре», который славится своей технической направленностью и постоянным слежением за трендами. В англоязычном интернете упоминания о Jess редки. Их можно пересчитать по пальцам. В основном это рекламные презентации и собственный сайт, который последний раз обновлялся в 2009 году. Информация на «Википедии» немногословна и не факт, что статья не писалась разработчиками.

Цель данной статьи выяснить, почему за 20 лет своего существования система так и не стала повсеместно распространенной, да и вообще жива ли она.

Невозможно узнать проблемы проекта не поняв, что же это на самом деле. Давайте разберемся что же это такое и как работает. Подробную документацию можно найти по адресу: [www.jessrules.com](http://www.jessrules.com). Документация по Jess поражает своей детализацией, что позволяет сократить время вхождения до минимума.

Язык включает в себя:

1. Символы
2. Цифры
3. Строки
4. Списки
5. Комментарии
6. Функции
7. Переменные
8. Циклы
9. Условные операторы
10. Шаблоны
11. Классы
12. Средства импорта объектов из Java
13. Правила
14. Логические операторы

Рассмотрим использование специфичные языковые средства подробнее. Каждый факт имеет шаблон. Факт получает свое имя и свой список слов от шаблона. Поэтому шаблон что-то вроде класса Java.

Программист, как правило, создает шаблоны самостоятельно, используя `deftemplate` конструкцию или функцию `DEFCLASS`. На так же имеется возможность создания шаблонов автоматически, когда вы определяете правило оператором `defrule` или при использовании функции добавления или метода `Jess.Rete.add (java.lang.Object)`.

```
(deftemplate template-name
  ["Documentation comment"]
  [(declare (slot-specific TRUE | FALSE)
            (backchain-reactive TRUE | FALSE)
            (from-class class name)
            (include-variables TRUE | FALSE)
            (ordered TRUE | FALSE))]
  [extends template-name]
  (slot | multislot slot-name
    [(type ANY | INTEGER | FLOAT |
        NUMBER | SYMBOL | STRING |
        LEXEME | OBJECT | LONG)]
    [(default default value)]
    [(default-dynamic expression)])*)
```

`Deftemplate` конструкция является наиболее общим и наиболее эффективным способом, чтобы создать шаблон. Описание каждого поля можно узнать на официальном сайте проекта. Объявление шаблона включает в себя название, необязательную строку документации, необязательное указание наследования, необязательный список определений и список состоящий из нуля или более описаний слотов.

В объектно-ориентированных языках, как Java, у классов есть поля для хранения данных. В Jess для этого существуют Неупорядоченные факты (хотя их традиционно называют слоты.)

```
(automobile (make Ford) (model Explorer) (year 1999))
```

Прежде чем вы сможете создать неупорядоченные факты, вы должны определить для них слоты, используя конструкцию `deftemplate`, например:

```
Jess> (deftemplate automobile
  "A specific car."
  (slot make)
  (slot model)
  (slot year (type INTEGER))
  (slot color (default white)))
```

Данный шаблон позволят использовать факты, указанные ниже.

```

Jess> (reset)
Jess> (assert (automobile (model LeBaron) (make Chrysler)
    (year 1997)))
<Fact-1>
Jess> (facts)
f-0 (MAIN::initial-fact)
f-1 (MAIN::automobile (make Chrysler) (model LeBaron)
    (year 1997) (color white))
For a total of 2 facts in module MAIN.

```

Призрачные факты служат «мостами» для Java объектов. Используя призрачные факты Вы можете загрузить любой Java объект в память Jess.

Как и все остальные факты, призрачные факты должны иметь шаблон. Если мы хотим, чтобы Jess автоматически создала шаблон для данного класса:

```

import java.io.Serializable;

public class Account implements Serializable {
    private float balance;
    public float getBalance() { return balance; }
    public void setBalance(float balance) {
        this.balance = balance;
    }
}

```

Нам необходимо написать данный код.

```

Jess> (deftemplate Account
    (declare (from-class Account)))

```

Для интеграции Jess и Java поставляется пакет классов. Подробнее о языке, как я уже говорил, можно узнать на сайте. Так же на сайте есть набор рабочих примеров для быстрого старта.

Популярность любой системы можно определить по количеству вопросов, возникающих по поводу ее использования. Для этого обратимся к поиску по вопросам на портале «StackOverflow». Вопросы задаются с частотой 25-30 запросов в месяц. Даже для узкоспециализированного языка низкие показатели. Основная тематика вопросов – взаимодействие системы с реляционными базами данных, а также проблемы поддержки устаревшего кода. Люди охотно отвечают на вопросы и предлагают свои решения проблемы, в большинстве случаев с демонстрацией исходного кода.

Последняя версия Jess 7.1 и, внимание, работает с JDK 1.2. На текущий день активно JDK 8(после пятой версии единица не пишется у нерсии). Такая отсталость недопустима при разработке современных систем, так как система имеет все «дыры» присущие устаревшим версиям системы JDK.

Заслуживает ли Jess внимания? Конечно же да. Стоит ли на нем писать? Скорее нет, чем да. Этому несколько причин. Jess не вносит ничего нового, он просто оборачивает код, написанный на Java(в ядре Jess конечно же) в собственную оболочку. Грубо говоря Jess – это файл конфигурации для интерпретатора, который с легкостью можно было написать на Java, к тому же повысив производительность программы. Сторонники Jess сейчас подумали: “А как же facts и rules? Ведь Jess создавался для простоты создания экспертных систем”. Чтобы не быть голословным, разберем пример написанный на Jess и покажем, как легко написать тоже самое на Java.

Пример простейшего правила на Jess:

```
Jess> (defrule welcome-toddlers
      "Give a special greeting to young children"
      (person {age < 3})
      =>
      (printout t "Hello, little one!" crlf))
```

Это обычное условие, которое можно было бы вынести с какой-нибудь класс с названием Rules.java и набором методов, реализующих набор правил.

На данный момент набирает популярность система управления бизнес правилами Drools (<http://www.drools.org/>). Разработкой системы занимается компания «RedHat». Актуальной версией является 6.3.0. Главным плюсом данной системы является то, что она «жива» и, что немаловажно, система распространяется под лицензией ASL 2.0. Jess же имеет закрытый исходный код и за использование системы приходится платить.

#### Список литературы

1. Jess, the Rule Engine for the Java Platform – Introduction to Programming with Jess in Java. URL: [herzberg.ca.sandia.gov](http://herzberg.ca.sandia.gov) (дата обращения: 11.12.2015).
2. Drools – Drools – Business Rules Management System (Java™, Open Source). URL: [www.drools.org](http://www.drools.org) (дата обращения: 15.01.2016).
3. Jess, the Rule Engine for the Java Platform. URL: [www.jessrules.com](http://www.jessrules.com) (дата обращения: 17.01.2016).
4. Stack Overflow. URL: [stackoverflow.com](http://stackoverflow.com) (дата обращения: 11.12.2015).

## ГЕОМЕТРИЯ ЛИСТА ПРИ ПРАВКЕ НА СЕМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЕ

*Шинкин В.Н.*

профессор кафедры физики, д-р физ.-мат. наук, профессор,  
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,  
Россия, г. Москва

Предложен метод определения оптимальных технологических параметров холодной правки стального листа на семироликовой листопрямительной машине. Расчеты позволяют определить вид и кривизну нейтральной линии стального листа при правке, а также

остаточную кривизну листа после правки в зависимости от радиуса рабочих роликов, шага между роликами правильной машины, величины обжатия листа верхними и нижними роликами, толщины листа, а также модуля Юнга, предела текучести и модуля упрочнения металла листа. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству стального листа.

*Ключевые слова:* стальной лист, кривизна поверхности листа, многороликовые листопрямляющие машины.

**Введение.** Обязательным технологическим процессом металлургического производства стального листа является его правка на многороликовых листопрямляющих машинах [1–55]. При расчетах мощности электродвигателей приводов листопрямляющих машин в их основу часто закладываются очень грубые предположения о величине изгибающих моментов в точках касания листа с роликами. Постулируется, что эти моменты равны нулю на крайних роликах, а моменты на внутренних роликах одинаковы и равны полусумме моментов при чисто упругом и чисто пластическом изгибе листа. В действительности эти предположения неверны, так как изгибающие моменты на внутренних роликах непостоянны и существенно меняются от ролика к ролику. Окончательные энергосиловые оценки работ отличаются друг от друга в 2–3 раза и, главным образом, предназначены для конструкторов правильных машин. Мощность электродвигателей приводов листопрямляющих машин, поставляемых на металлургические заводы, задана сверху производителем в технической документации. Поэтому основная задача технологов при правке листа заключается в расчете оптимальных режимов обжатия выправляемого металла рабочими роликами листопрямляющих машин таким образом, чтобы на выходе из машины лист имел минимальные остаточные напряжения и кривизну (зарубежные производители, как правило, не сообщают эти режимы российскому покупателю их оборудования, который вынужден подбирать оптимальные режимы методом проб и ошибок).

#### **Математическая модель правки листа на семирولیковой машине.**

Пусть  $t$  – шаг между нижними правильными роликами;  $H_i$  – величина обжатия срединной поверхности стального листа на  $i$ -ом правильном ролике (для нижних роликов положительным направлением обжатия считается направление вверх, для верхних роликов – вниз),  $h$  – толщина стального листа,  $R$  – радиус рабочих роликов,  $R_0 = R + h/2$ ;  $\sigma_t$ ,  $E$ ,  $P_p$  и  $P_c$  – предел текучести стали, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии;  $\rho_i$  и  $\varepsilon_i = 1/\rho_i$  – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с рабочими роликами,  $\varphi_i$  – углы точек касания листа и роликов ( $i = 1 \dots 7$ ) (рис. 1).

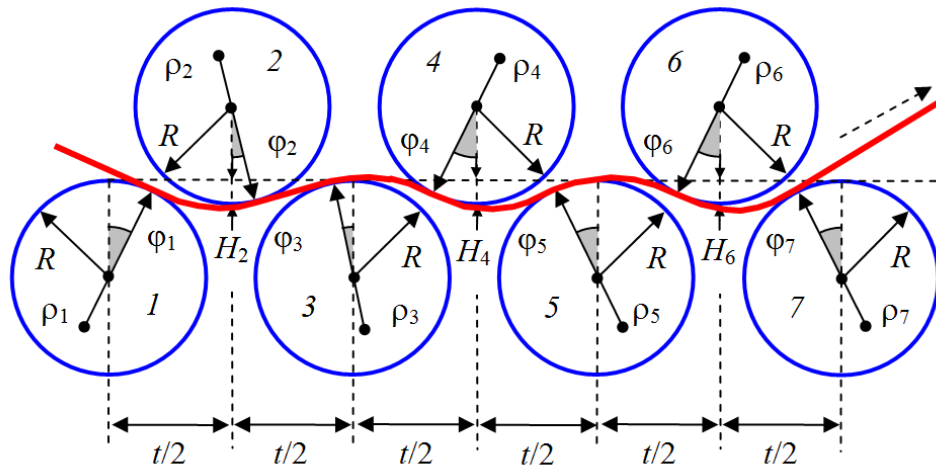


Рис. 1. Правка стального листа между семью рабочими роликами машины

Не ограничивая общности, далее мы будем считать, что нижние правильные (нечетные) ролики лежат на одном горизонтальном уровне ( $H_1 = H_3 = H_5 = H_7 = 0$  м).

Коэффициент пружинения нейтральной линии листа при радиусе кривизны  $\rho$  равен [3, 5, 6]

$$\beta(\rho) = \frac{1}{1 - \left[ 3 \left( \frac{\rho \sigma_T}{hE} \right) - 4 \left( \frac{\rho \sigma_T}{hE} \right)^3 + \frac{(\Pi_p + \Pi_c)}{2E} \left( 1 - 3 \left( \frac{\rho \sigma_T}{hE} \right) + 4 \left( \frac{\rho \sigma_T}{hE} \right)^3 \right) \right]}$$

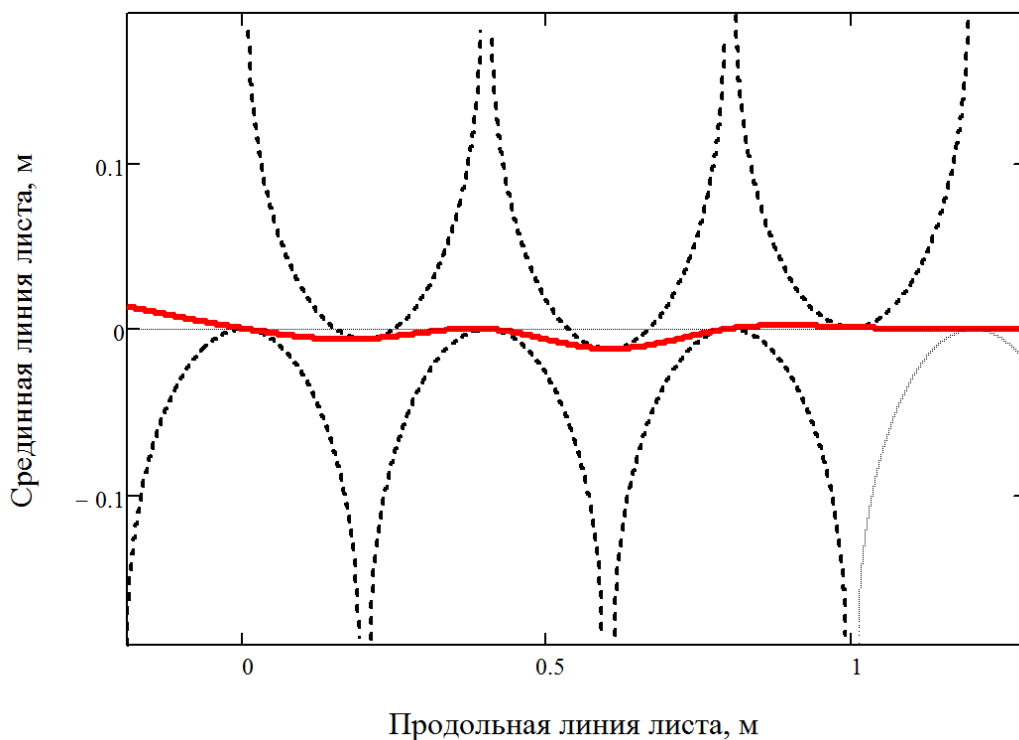


Рис. 2. Срединная линия листа при правке

Введем семь локальных прямоугольных декартовых систем координат  $y-z$  в точках касания листа с рабочими роликами листопрямительной машины.

Оси  $z$  направим по касательной к поверхности роликов слева направо, а оси  $y$  – перпендикулярно к оси  $z$  в сторону центров соответствующих роликов. Будем аппроксимировать в этих системах координат нейтральную линию листа (между соседними точками касания листа и роликов) с помощью кубических полиномов вида  $y(z) = a z^2 - b z^3$ . Отметим, что первые два коэффициента этих полиномов равны нулю, так как лист касается роликов в начале систем координат. Обозначим  $a_i$  и  $b_i$  – коэффициенты кубических полиномов в  $i$ -ой системе координат. Составим уравнения для коэффициентов кубических полиномов, кривизны и радиусов кривизны нейтральной линии листа в точках касания листа с рабочими роликами.

*Первый и второй ролики*

$$z_2 = \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \cos \varphi_2 \right) \cos \varphi_1 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \sin \varphi_1,$$

$$y_2 = - \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \cos \varphi_2 \right) \sin \varphi_1 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \cos \varphi_1,$$

$$a_1 = \frac{3y_2 + \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2)z_2}{z_2^2}, \quad b_1 = \frac{2y_2 + \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2)z_2}{z_2^3},$$

$$\varepsilon_{12} = 2a_1, \quad \rho_{12} = \frac{1}{2a_1}, \quad \varepsilon_{21} = \frac{2a_1 - 6b_1z_2}{\left[ 1 + (2a_1z_2 - 3b_1z_2^2)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{21} = \frac{1}{\varepsilon_{21}}.$$

*Второй и третий ролики*

$$z_3 = \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 + R_0 \cos \varphi_3 \right) \cos \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_2,$$

$$y_3 = - \left( \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 + R_0 \cos \varphi_3 \right) \sin \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_2,$$

$$a_2 = \frac{3y_3 + \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_3)z_3}{z_3^2}, \quad b_2 = \frac{2y_3 + \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_3)z_3}{z_3^3},$$

$$\varepsilon_{23} = 2a_2, \quad \rho_2 = \rho_{23} = \frac{1}{2a_2}, \quad \varepsilon_{32} = \frac{2a_2 - 6b_2z_3}{\left[ 1 + (2a_2z_3 - 3b_2z_3^2)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_3 = \rho_{32} = \frac{1}{\varepsilon_{32}}.$$

*Третий и четвертый ролики*

$$z_4 = \left( \frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 + R_0 \cos \varphi_4 \right) \cos \varphi_3 - [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_3,$$

$$y_4 = \left( \frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 + R_0 \cos \varphi_4 \right) \sin \varphi_3 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_3,$$

$$a_3 = \frac{3y_4 - \operatorname{tg}(\varphi_3 + \varphi_4)z_4}{z_4^2}, \quad b_3 = \frac{2y_4 - \operatorname{tg}(\varphi_3 + \varphi_4)z_4}{z_4^3},$$



$$\varepsilon_{34} = 2a_3, \quad \rho_{34} = \frac{1}{2a_3}, \quad \varepsilon_{43} = \frac{2a_3 - 6b_3z_4}{\left[1 + (2a_3z_4 - 3b_3z_4^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{43} = \frac{1}{\varepsilon_{43}}.$$

*Четвертый и пятый ролики*

$$z_5 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 + R_0 \cos \varphi_5\right) \cos \varphi_4 - [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_4) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \sin \varphi_4,$$

$$y_5 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 + R_0 \cos \varphi_5\right) \sin \varphi_4 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_4) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \cos \varphi_4,$$

$$a_4 = \frac{3y_5 - \operatorname{tg}(\varphi_4 + \varphi_5)z_5}{z_5^2}, \quad b_4 = \frac{2y_5 - \operatorname{tg}(\varphi_4 + \varphi_5)z_5}{z_5^3},$$

$$\varepsilon_{45} = 2a_4, \quad \rho_4 = \rho_{45} = \frac{1}{2a_4}, \quad \varepsilon_{54} = \frac{2a_4 - 6b_4z_5}{\left[1 + (2a_4z_5 - 3b_4z_5^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_5 = \rho_{54} = \frac{1}{\varepsilon_{54}}.$$

*Пятый и шестой ролики*

$$z_6 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_5 + R_0 \cos \varphi_6\right) \cos \varphi_5 - [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_5) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_5,$$

$$y_6 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_5 + R_0 \cos \varphi_6\right) \sin \varphi_5 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_5) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_5,$$

$$a_5 = \frac{3y_6 - \operatorname{tg}(\varphi_5 + \varphi_6)z_6}{z_6^2}, \quad b_5 = \frac{2y_6 - \operatorname{tg}(\varphi_5 + \varphi_6)z_6}{z_6^3},$$

$$\varepsilon_{56} = 2a_5, \quad \rho_{56} = \frac{1}{2a_5}, \quad \varepsilon_{65} = \frac{2a_5 - 6b_5z_6}{\left[1 + (2a_5z_6 - 3b_5z_6^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{65} = \frac{1}{\varepsilon_{65}}.$$

*Шестой и седьмой ролики*

$$z_7 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_6 + R_0 \cos \varphi_7\right) \cos \varphi_6 - [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_6) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_6,$$

$$y_7 = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_6 + R_0 \cos \varphi_7\right) \sin \varphi_6 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_6) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_6,$$

$$a_6 = \frac{3y_7 - \operatorname{tg}(\varphi_6 + \varphi_7)z_7}{z_7^2}, \quad b_6 = \frac{2y_7 - \operatorname{tg}(\varphi_6 + \varphi_7)z_7}{z_7^3},$$

$$\varepsilon_{67} = 2a_6, \quad \rho_6 = \rho_{67} = \frac{1}{2a_6}, \quad \varepsilon_{76} = \frac{2a_6 - 6b_6z_7}{\left[1 + (2a_6z_7 - 3b_6z_7^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_7 = \rho_{76} = \frac{1}{\varepsilon_{76}}.$$

Граничные условия задачи имеют вид

$$\rho_{12} = \rho_1, \quad \rho_{21} = -\rho_{23}, \quad \rho_{32} = -\rho_{34}, \quad \rho_{43} = -\rho_{45},$$

$$\rho_{54} = -\rho_{56}, \quad \rho_{65} = -\rho_{67}, \quad \rho_{76} = \beta(\rho_{67})\rho_{67}.$$

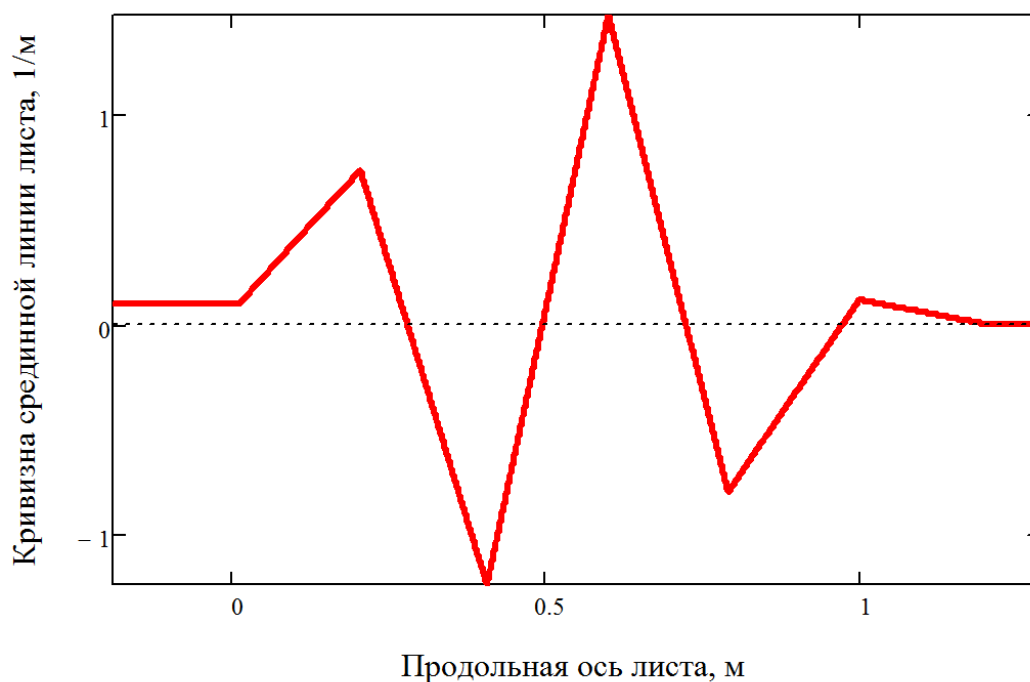


Рис. 3. Кривизна срединной линии листа при правке

**Результаты расчетов.** Решая систему уравнений при  $t = 0,4$  м,  $R = 0,185$  м,  $h = 0,010$  м,  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па,  $\sigma_T = 500 \cdot 10^6$  Па,  $H_1 = H_3 = H_5 = H_7 = 0$  м,  $H_2 = 0,006$  м,  $H_4 = 0,012$  м,  $H_6 = -0,001$  м и  $\rho_1 = 10$  м, получаем  $\rho_2 = 1,364$  м,  $\rho_3 = -0,810$  м,  $\rho_4 = 0,680$  м,  $\rho_5 = -1,260$  м,  $\rho_6 = -8,549$  м,  $\rho_7 = -735$  м,  $\varphi_1 = 3,40^\circ$ ,  $\varphi_2 = 1,23^\circ$ ,  $\varphi_3 = 1,69^\circ$ ,  $\varphi_4 = 0,37^\circ$ ,  $\varphi_5 = 3,28^\circ$ ,  $\varphi_6 = 0,74^\circ$ ,  $\varphi_7 = 0,06^\circ$ ,  $\varepsilon_1 = 0,1$ ,  $\varepsilon_2 = 0,733$ ,  $\varepsilon_3 = -1,234$ ,  $\varepsilon_4 = 1,470$ ,  $\varepsilon_5 = -0,794$ ,  $\varepsilon_6 = -0,117$ ,  $\varepsilon_7 = -0,001$  (рис. 2 и 3).

#### Список литературы

1. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
2. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. – М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироlikовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироlikовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.

9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатирولیковой листопрավильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.
10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятирولیковой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.
11. Шинкин В.Н. Четырехрولیковый режим холодной правки толстого стального листа на пятирولیковой листопрավильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.
12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.
13. Шинкин В.Н. Шестирولیковый режим предварительной правки стальной полосы на листопрավильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.
14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.
15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.
16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.
17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.
18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.
19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.
20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.
21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.
22. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.
23. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.
24. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.
25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.
26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.
27. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Барыков А.М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.
28. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.

29. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // *Steel in Translation*. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
30. Шинкин В.Н., Барыков А.М., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // *Производство проката*. 2012. № 2. С. 14–16.
31. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // *Производство проката*. 2012. № 7. С. 25–29.
32. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // *Производство проката*. 2012. № 9. С. 21–26.
33. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с риской» // *Производство проката*. 2012. № 12. С. 19–24.
34. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // *Metallurgist*. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.
35. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 3–1. С. 64–67.
36. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 4–1. С. 114–119.
37. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 5–1. С. 96–99.
38. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 6–1. С. 115–118.
39. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 7–1. С. 74–78.
40. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 8–1. С. 78–83.
41. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 9–1. С. 73–77.
42. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 10–1. С. 153–157.
43. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 11–1. С. 252–257.
44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямляющей машине // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 11–1. С. 257–262.
45. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатирولیковой машине // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 12–1.
46. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 12–1.

47. Шинкин В.Н., Федотов О.В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироlikовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Agrasate // Производство проката. 2013. № 9. С. 43–48.
48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироlikовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. С. 7–15.
49. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироlikовой листопрilьной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Agrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.
50. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.
51. Шинкин В.Н., Борисевич В.Г., Федотов О.В. Холодная правка стального листа в четырехроlikовой листопрilьной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Т. 2. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 119–121.
52. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатироlikовой листопрilьной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Agrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.
53. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.
54. Шинкин В.Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. С. 7–11.
55. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57–64.

Подписано в печать 11.02.2016. Гарнитура Times New Roman.  
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 8,14. Тираж 100 экз. Заказ 25  
ООО «ЭПИЦЕНТР»  
308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1  
ИП Ткачева Е.П., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а