

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Сборник научных трудов
по материалам
III Международной научно-практической конференции

г. Белгород, 30 июня 2015 г.

В шести частях
Часть I



Белгород
2015

УДК 001
ББК 72
С 56

Современные тенденции развития науки и технологий :
С 56 сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции 30 июня 2015 г.: в 6 ч. / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород : ИП Ткачева Е.П., 2015. – Часть I. – 144 с.

ISBN 978-5-9906900-6-6

ISBN 978-5-9906900-7-3 (Часть I)

В сборнике рассматриваются актуальные научные проблемы по материалам III Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 30 июня 2015 г.).

Представлены научные достижения ведущих ученых, специалистов-практиков, аспирантов, соискателей, магистрантов и студентов по физико-математическим и техническим наукам.

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

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

УДК 001
ББК 72

ISBN 978-5-9906900-6-6
ISBN 978-5-9906900-7-3 (Часть I)

© Коллектив авторов, 2015
© ИП Ткачева Е.П. (АПНИ), 2015

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»	5
<i>Агапова Е.Г., Талько А.С.</i> ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ТРЕТЬЕЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ	5
<i>Иванов С.О.</i> ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОПРИТЯЖЕНИЯ ТЕЛ	7
<i>Казаков С.М., Семенов В.И., Сорокин Г.М., Шурбин А.К.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ- ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ СРЕДНИХ РАЗМЕРОВ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ	10
<i>Новосадов Б.К.</i> МНОГОЭЛЕКТРОННЫЕ СПИНОРЫ ТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ: ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ	12
<i>Попова Т.М., Шевченко В.С.</i> ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИФФУЗИИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ПРИ СБРОСЕ ГРУНТА.....	17
<i>Раимкулов М.Н.</i> МЕХАНИЗМЫ ПОЛЯРИЗАЦИИ И ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ФОТОНОВ	21
<i>Таганов А.И., Захаров С.П., Псоянц В.Г.</i> ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ МЕТОДАМИ НЕОПРЕДЕЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	30
СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»	34
<i>Абилбек Ж.А., Танжарииков П.А.</i> РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕОТХОДАМИ.....	34
<i>Богодухова Н.А., Мигаль Л.В.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА УЧИТЕЛЯ НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»	39
<i>Бодров М.Ю.</i> СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ОДНОСТРАНИЧНЫХ ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЙ	43
<i>Василев Д.В., Иванова Д.С., Василева С.Ж.</i> НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ CMS ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТУДЕНТАМИ В ВУЗе	45
<i>Вохобов А., Абдухалилов Х.Х., Эркинов И.Б., Салиева Р.З.</i> О ПАРАМЕТРАХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СЕЯЛКИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ.....	53
<i>Гайдамаченко М.Е., Кузьмина Г.Д.</i> АНАЛИЗ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ТРАНСПОРТА С ПОЗИЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ	56
<i>Данилина Н.Е., Панишев А.Л.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ ГИДРОАГРЕГАТОВ ЖИГУЛЕВСКОЙ ГЭС.....	60
<i>Елисеев С.В., Большаков Р.С., Кинаш Н.Ж., Нгуен Д.Х.</i> СТРУКТУРНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	63
<i>Заикин С.Ф., Быков И.Ю., Перминов Б.А.</i> ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БИЕНИЙ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ СКОРОСТЬ БУРЕНИЯ.....	70
<i>Кашаев Р.С., Матвеев Д.В., Шипилов И.А.</i> ПРОТОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРЫ НА МГД-ЭФФЕКТЕ	76
<i>Кашаев Р.С., Хуснияров И.Ф.</i> ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР.....	78
<i>Козелков О.В., Кашаев Р.С., Нургалиева А.Р.</i> СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИЕЙ.....	80

Комраков А.А. МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ.....	82
Костылева В.М., Муратова Н.М., Анцыферов С.С. ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА.....	86
Кузнецов М.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПВСЕДОЦВЕТОВОГО КОДИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....	89
Малёв Н.А., Погодицкий О.В., Львова Т.Н., Тукаева Е.П. МЕТОДИКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ АСТАТИЧЕСКОЙ МАЛОКОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ.....	92
Меженнин А.В., Сергеева Ю.И. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ ОСВЕЩЕНИЯ	96
Местников А.Е. ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПОЛНОГО ЦИКЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПЕНОБЕТОНА	98
Мохсен Шамсан Ахмед Исмаил АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ОБЪЕКТОВ, ИЗДАЮЩИХ АКУСТИЧЕСКИЙ ШУМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАЗОВ СПЕКТРОВ.....	101
Никифорова К.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ СООТВЕТСТВИЕМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	103
Николаев А.Б., Санего Ю.С. РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМИ ИНЦИДЕНТАМИ	105
Савдур С.Н. СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД.....	110
Семикопенко Н.И., Антипова Л.В., Орехов О.Г. СВОЙСТВА МЯСА ПТИЦЫ, ПОЛУЧЕННОГО ОТ УБОЯ С РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ ОГЛУШЕНИЯ	114
Соболев А.А., Соловьёв В.И. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФОРСАЙТ- АНАЛИТИКА ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА. ПОТРЕБНОСТИ И КОНЦЕПЦИЯ.....	121
Стрельцов П.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ПУТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ОБРАБОТКИ ОТ ЗАДАННЫХ В СЛЕДСТВИИ СЛОЖНОЙ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА.....	124
Томашевский С.В. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИ ПО ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ КАФЕДРЫ	134
Третьяков Е.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ И ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ	139
Эдвабник В.Г. РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ БЛИЖНЕЙ ЛОКАЦИИ	142

**ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ТРЕТЬЕЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ
ДЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ**

Агапова Е.Г.

доцент кафедры прикладной математики, Тихоокеанский
государственный университет, канд. физ.-матем. наук, доцент,
Россия, г. Хабаровск

Талько А.С.

магистр кафедры прикладной математики,
Тихоокеанский государственный университет,
Россия, г. Хабаровск

В статье изучена разрешимость одного модельного нелинейного параболического уравнения с неявным вырождением при производной по времени. Представлены эксперименты численного решения этого уравнения при различных входных данных.

Ключевые слова: нестационарное уравнение, вырожденное уравнение, краевая задача, приближенные методы.

За последние десять лет параболическим уравнениям было посвящено большое количество разнообразных работ. И в большинстве случаев рассматриваются как линейные уравнения, так и нелинейные уравнения [1-3]. Но чаще всего, рассматривается только существование или единственность решения, либо строится разностная схема, для уравнения, которое не содержит нелинейности при производной по времени.

Рассмотрим третью краевую задачу: найти функцию $u(x, t)$, удовлетворяющую уравнению

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(2|u|u + |u|^{\frac{5}{2}}u \right) - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x, t), x \in (0, 1), 0 < t \leq T < \infty \quad (1)$$

и условиям

$$\frac{\partial u(0, t)}{\partial x} + \sigma u(0, t) = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial u(1, t)}{\partial x} + \sigma u(1, t) = 0, \sigma > 0, \quad (3)$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in (0, 1). \quad (4)$$

Для задачи (1)-(3) существует обобщенного решения [4, с. 3].

Аналогично [5, с. 11] построим приближенное решение с помощью неявной разностной схемы. Итак, введем в рассматриваемой области $Q = [0 \leq x \leq 1] \times [0 \leq t \leq T]$ равномерную сетку, образованную пересечением линий $x_i = ih, i = \overline{1, N}$ и $t_j = j\tau, j = \overline{1, M}$. Здесь h, τ – это шаги сетки по переменным x и t соответственно. Значения функции в узлах сетки обозначим как $u_i^j = u(x_i, t_j)$.

Итак, исходная задача (1) – (4) приближенно заменяется системой разностных уравнений вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{(u_i^{j+1} - u_i^j) \left(2|u_i^j| + |u_i^j|^{\frac{5}{2}} \right)}{\tau} - \frac{u_{i+1}^{j+1} - 2u_i^{j+1} + u_{i-1}^{j+1}}{h^2} = f(x_i, t_j), \\ \quad i = \overline{1, N-1}, j = \overline{0, M-1} \\ \frac{u_1^{j+1} - u_0^{j+1}}{h} + \sigma u_0^{j+1} = 0, j = \overline{0, M-1} \\ \frac{u_N^{j+1} - u_{N-1}^{j+1}}{h} + \sigma u_N^{j+1} = 0, j = \overline{0, M-1} \\ u_i^0 = u_0(x_i), \quad i = \overline{1, N-1} \end{array} \right.$$

После преобразований получаем систему линейных уравнений вида $Au = B$, где матрица A является трехдиагональной, поэтому систему линейных алгебраических уравнений решаем методом прогонки. Для данной системы выполняются достаточные условия корректности и устойчивости метода прогонки, тем самым эта система имеет единственное решение.

Для численного решения задачи (1) – (3) был составлен программный продукт на языке C++ в оболочке Qt Creator версии 2.4.1. В ходе работы были проведено несколько экспериментов вычисления функции u при различных значениях начальных условий, функции f и разных количествах точек разбиения по x и t .

Список литературы

1. Шишкин Г. И. Разностная схема повышенной точности на априорно адаптирующихся сетках для сингулярно возмущенного параболического уравнения конвекции–диффузии / Г. И. Шишкин // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. – 2011. – Т. 51, вып. 10. – С. 1816–1839.
2. Юлдашев Т. К. Смешанная задача для нелинейного интегро-дифференциального уравнения с параболическим оператором высокой степени / Т. К. Юлдашев // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. – 2012. – Т. 52, вып. 1. – С. 112–123.
3. Филатов О. П. Стабилизация обобщенного решения третьей краевой задачи для уравнения параболического типа / О. П. Филатов // Вестн. СамГУ. Естественнонаучн. сер. – 2014. – Вып. 3(114). – С. 93 – 96.
4. Агапова Е. Г. Разрешимость нелинейного с вырождением при производной во времени на решении уравнения теплопроводности в классах неограниченных функций / Е. Г. Агапова // Дальневост. матем. журн. – 2007. – Т. 7, вып. 1-2. – С. 3 – 16.
5. Агапова Е. Г. Приближенное решение третьей краевой задачи для нестационарного уравнения с неявным вырождением / Е. Г. Агапова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014. – Т. 09 (68), сентябрь 2014. – С. 11 – 13.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОПРИТЯЖЕНИЯ ТЕЛ

Иванов С.О.

ст. преподаватель кафедры математического
и аппаратного обеспечения информационных систем
Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова,
Россия, г. Чебоксары

В статье описываются достоинства имитационных математических моделей для описания сложных систем. Рассматриваются преимущества имитационной модели взаимодействия на примере задачи взаимопритяжения нескольких тел.

Ключевые слова: имитационное моделирование, вычислительный эксперимент.

Современные существующие и разрабатываемые системы стремятся к усложнению своей организации во всех аспектах (структурном, функциональном, поведенческом). Не вдаваясь в причины этого, можно отметить, что этот процесс обладает отрицательной связью, заключающейся в усложнении исследования проектируемых и используемых систем. Первая проблема – невозможность аналитического исследования, была преодолена разработкой имитационного подхода. Возникшая вследствие этого, следующая проблема – огромное количество вычислений, решилась путем использования вычислительной техники – компьютеров. Следующая проблема – необходимость разработки программной модели для каждой задачи, была снижена за счет появления специализированных библиотек и языков программирования (GPSS, SIMULA, и др.) [1]. Необходимость изучения специализированных средств, так же была снижена благодаря развитию интегрированных сред (Simulink, Extend, Arena, Ithink, Pilgrim, Anylogic, и др.) [1, 3], включающие интуитивно понятный интерфейс. Недостаток этих сред – высокая стоимость (хотя существуют бесплатные системы – например Scilab, Maxima) и громоздкость. Стоит заметить, что какая бы развитая среда не была, в ее основе лежит одна или несколько математических моделей.

Таким образом, предлагаемое решение проблемы громоздкости средств имитационного моделирования можно преодолеть, вернувшись на уровень специализированных библиотек, в основе которых лежат достаточно универсальные математические модели. Проблемы, которые возникли ранее, сегодня снизили свою актуальность, из-за развитости и доступности средств универсального программирования, высокого уровня компьютерной грамотности и популяризации программирования. При этом математические модели достаточно универсальны, гибки и просты в реализации.

На примере классической задачи определения положения притягивающихся тел, рассмотрим построение имитационной модели взаимодействия, а так же ее преимущества при проведении вычислений.

Имитационная модель взаимодействия – эта модель, описывающая воздействия субъектов друг на друга путем передачи импульсов воздействия[2]. Основные элементы модели: источники и адресаты – внешние суще-

ности, взаимодействующие с моделью, субъекты – обладающие свойствами и реагирующие на воздействия, под влиянием значений свойств, связи воздействия – связи между субъектами и объектами передающие импульсы воздействия – величина определенного вида, и передающая воздействие между определенными субъектами[2]. Взаимосвязь между элементами можно изобразить графически – рисунок 1.

Для моделирования задачи взаимопритяжения достаточно сопоставить все переменные свойствам субъекта, константы – не связанным свойствам, уравнения – реакциям, аппликации и композиции – связям воздействия и влияния. Полученную модель (рисунок 2) можно расширять на любое кол-во объектов.

Формализуем полученную модель:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{k \times i, i}(t) = \min(I_{\lambda} \cdot \Delta t, I_{k \times i, p}(t - \Delta t)) \\ \bar{R}_{1, f}(t) = I_{change, i}(t) \cdot \left(P_k \frac{P_{2, m}}{dist(\bar{P}_{1, p}, \bar{P}_{2, p})^2} + P_k \frac{P_{3, m}}{dist(\bar{P}_{1, p}, \bar{P}_{3, p})^2} \right) \\ \bar{R}_{2, f}(t) = I_{change, i}(t) \cdot \left(P_k \frac{P_{1, m}}{dist(\bar{P}_{2, p}, \bar{P}_{1, p})^2} + P_k \frac{P_{3, m}}{dist(\bar{P}_{2, p}, \bar{P}_{3, p})^2} \right) \\ \bar{R}_{3, f}(t) = I_{change, i}(t) \cdot \left(P_k \frac{P_{1, m}}{dist(\bar{P}_{3, p}, \bar{P}_{1, p})^2} + P_k \frac{P_{2, m}}{dist(\bar{P}_{3, p}, \bar{P}_{2, p})^2} \right) \\ \bar{P}_{i, p}(t) = \bar{P}_{i, p}(t - \Delta t) + \bar{R}_{i, f}(t) \\ P_{change}(t) = P_{change}(t - \Delta t) + I_{1, i}(t) + I_{2, i}(t) + I_{3, i}(t) \\ I_{dp \times i, p}(t) = I_{dp \times i, p}(t - \Delta t) + R_{i, f}(t) - I_{dp \times i, i}(t) \\ I_{move \times i, p}(t) = I_{move \times i, p}(t - \Delta t) + P_{k, p}(t) - I_{move \times i, i}(t) \\ I_{change \times i, p}(t) = 1 \quad \text{if } (P_{change}(t) - P_{change}(t - \Delta t)) \neq 0 \\ k \in \{change, dp, move\}, i \in \{1, 2, 3\} \end{array} \right.$$

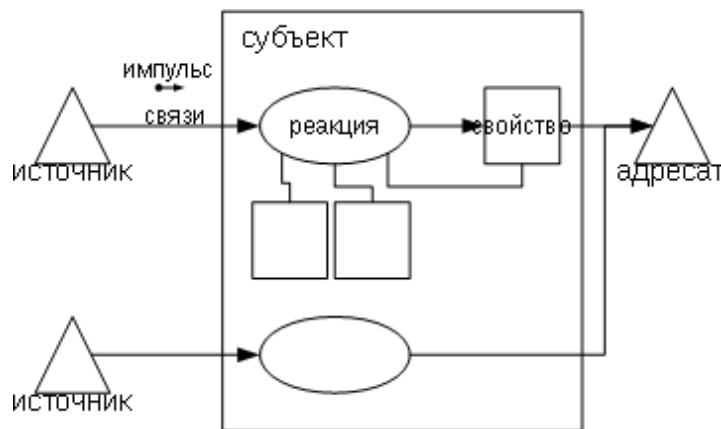


Рис. 1. Схематичное изображение модели взаимодействия

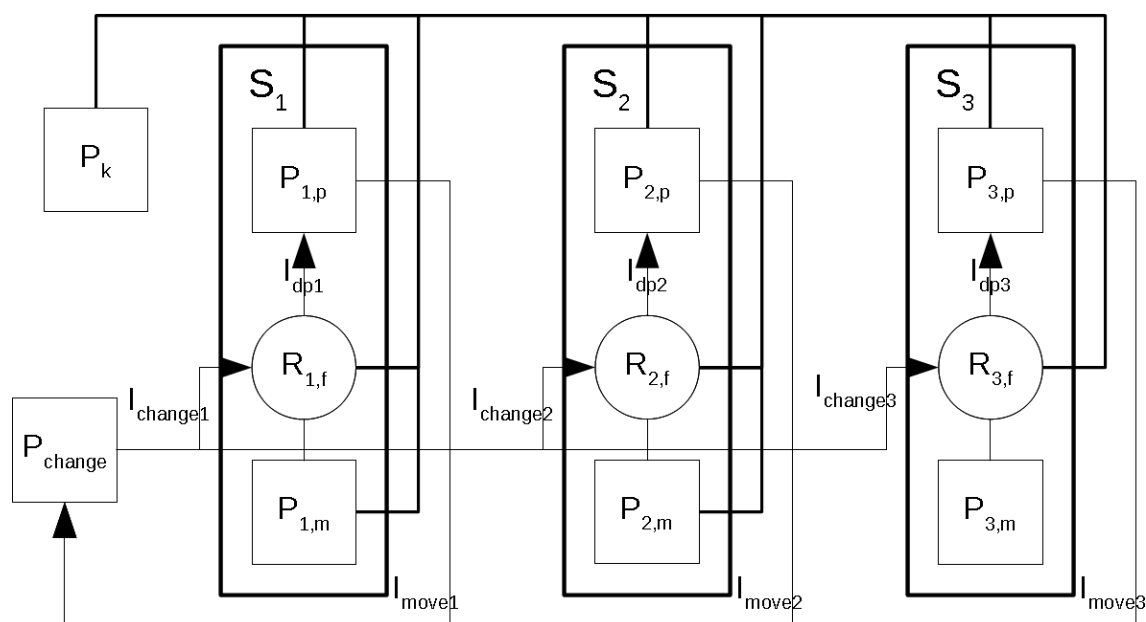


Рис. 2. Схема модели взаимопритяжения тел

Задача взаимного притяжения имеет простое решение для случая двух тел. В случае трех и более тел приходится прибегать к имитационному моделированию тел на основе формул взаимного притяжения двух тел.

Основная проблема при моделировании – в каком порядке пересчитывать положения тел. При обычном моделировании используется следующий прием – симуляция производится в два этапа. На первом этапе определяются все действующие силы на тела, на втором производится перерасчет положения. Этот простой прием приводит к снижению скорости симуляции в два раза, а так же к необходимости хранить промежуточные значения.

В модели взаимодействия расчеты значений величин и процессы их изменения изначально разделены. Это позволяет сразу использовать модель, не подгоняя ее под задачу. Это разделение задано не жестко по этапам, а по фазам. Таким образом, в модели могут существовать отдельные части, находящиеся в разных фазах расчета.

Как отмечалось во введении, для реализации модели не нужно специальное программное обеспечение. Так, как основные элементы допускают формализацию в виде итеративных формул, то для проведения симуляции достаточно обычной системы программирования.

Список литературы

1. Журавлев С.С. Краткий обзор методов и средств имитационного моделирования производственных систем. // СО РАН. – Новосибирск, 2010.
2. Иванов С.О. Модель процесса взаимодействия // Вестник Российского университета кооперации. – № 1(15). – Чебоксары: ЧКИ РУК, 2014. – 160с. – С.132-137.
3. Кузнецов Ю.А., Перова В.И. Применение пакетов имитационного моделирования для анализа математических моделей экономических систем. – Нижний Новгород, 2007. – 98 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ СРЕДНИХ РАЗМЕРОВ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Казаков С.М.

профессор кафедры общей физики ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», д-р ф.-м. наук, профессор,
Россия, г. Чебоксары

Семенов В.И.

доцент кафедры общей физики ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», канд. тех. наук, доцент,
Россия, г. Чебоксары

Сорокин Г.М.

доцент кафедры общей физики ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», канд. ф.-м. наук, доцент,
Россия, г. Чебоксары

Шурбин А.К.

ст. преподаватель кафедры общей физики ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Россия, г. Чебоксары

Вейвлеты непосредственно связаны с кратномасштабным (многомасштабным) анализом сигналов. Разделение (декомпозиция) сигналов на разнотипные составляющие – основа кратномасштабного анализа. В статье используется быстрое непрерывное вейвлет-преобразование для вычисления средних размеров объектов на изображении.

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, кратномасштабный анализ, фрактал, спутниковое изображение местности, размер объектов.

Понятие «кратномасштабный анализ» сформулировано в 1986 году Малла и Мейером для дискретных вейвлетов. Кратность декомпозиции сигналов с использованием дискретного вейвлет-преобразования равна двум. С использованием непрерывного вейвлет-преобразования возможен кратномасштабный анализ сигналов с кратностью меньше двух. Так как для непрерывного вейвлет-преобразования сигналов большой выборки необходимо много времени, вычисление производится в частотной области с применением быстрого преобразования Фурье [1,2]. Для определения средних размеров наземных объектов города, изображение размером 512x512 пикселей разлагается на 100 уровней и строится гистограмма распределения суммарной интенсивности J , приходящейся на каждый уровень разложения. Вычисления проверены на изображениях простых объектов, имеющих одинаковые размеры и на изображениях фракталов. На рис. 1 а) представлено изображение ковра Серпинского. На рис. 1б) представлено распределение интенсивности от уровня разложения для этого фрактала.

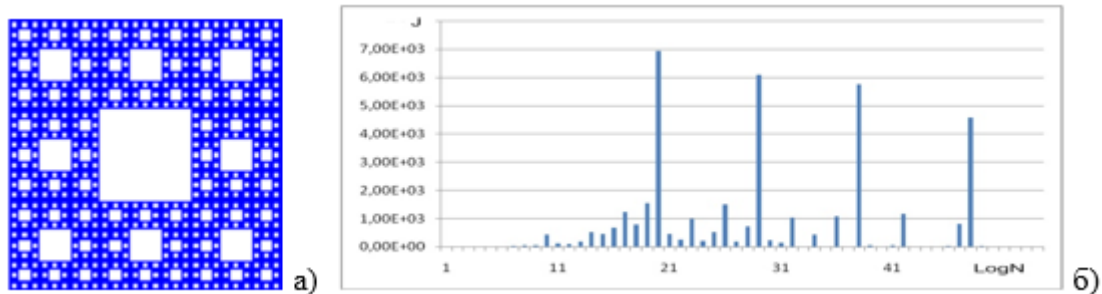


Рис. 1. Ковер Серпинского и распределение интенсивности от уровня разложения

Для фракталов хорошо выделяются пики, соответствующие предфракталу n -го поколения, то есть выделяются несколько пиков, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. Интенсивность этих пиков, в зависимости от типа фрактала, разная. Средний размер объектов D вычисляется по формуле:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^9 J_i \cdot i}{\sum_{i=1}^9 J_i}, \quad (1)$$

где i – номер разложения,

J_i – суммарная интенсивность i – го разложения.

Вычисление по формуле (1) дает средний размер D объектов в логарифмическом масштабе. Основание логарифма вычисляется из соотношения:

$$x^{100} = 2^{18}.$$

Средний размер объектов в масштабе изображения вычисляется по формуле:

$$D_{cp} = x^D. \quad (2)$$

На рис. 2а) представлен снимок г. Париж, полученный со спутника.

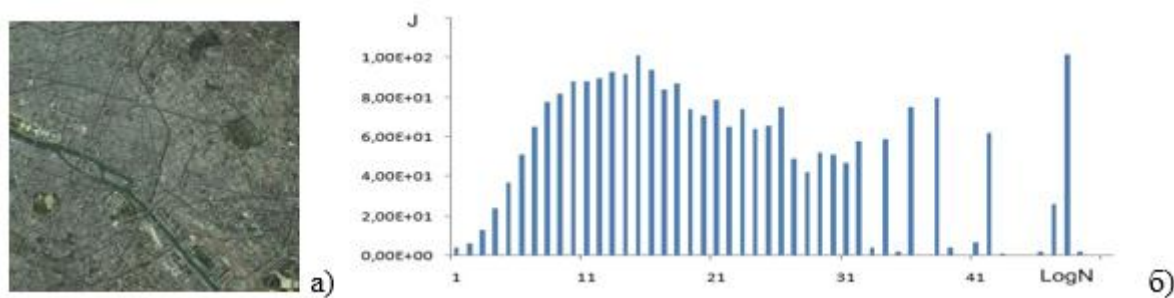


Рис. 2. Снимок г. Париж и распределение интенсивности от уровня разложения

На рис. 2 б) представлено распределение интенсивности от уровня разложения для этого снимка. Средний размер сооружений г. Париж составляет 175 метров. На рис. 2б) можно выделить пики, соответствующие предфракталу n -го поколения.

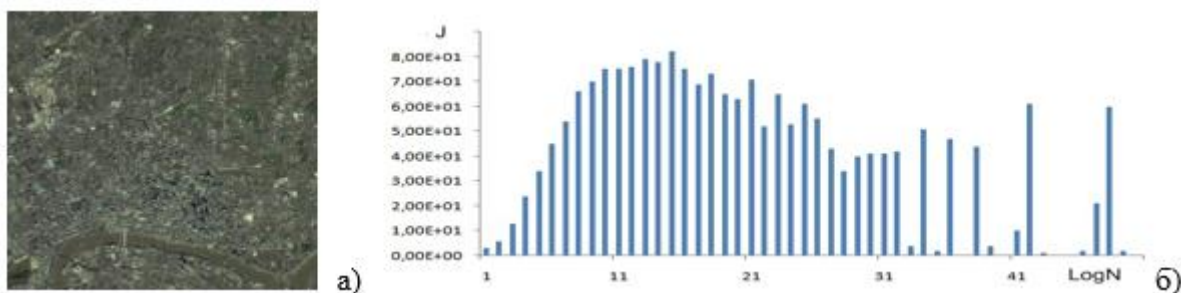


Рис. 3. Снимок г. Лондон и распределение интенсивности от уровня разложения

На рис. 3а) представлен снимок г. Лондон, полученный со спутника. На рис. 3 б) представлено распределение интенсивности от уровня разложения для этого снимка. Аналогичные вычисления для г. Лондон дают средний размер сооружений 145 метров.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 14-07-00143 а.

Список литературы

1. Желтов П.В., Семенов В.И., Шурбин А.К. Применение непрерывного быстрого вейвлет-преобразования для обработки изображений. *Materiali VIII miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji, Przemysl, Nauka i studia*, 2012. С. 65-69.
2. Семенов В.И. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010616103. Непрерывное сверхбыстрое вейвлет-преобразование. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 16 сентября 2010 г.

МНОГОЭЛЕКТРОННЫЕ СПИНОРЫ ТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ: ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ

Новосадов Б.К.

ведущий научный сотрудник Института геохимии и аналитической химии
им. В.И. Вернадского РАН, доктор физ.-мат. наук,
Россия, г. Москва

В статье рассматривается метод построения многоэлектронных волновых спиноров для атомов нижней половины периодической таблицы элементов Д.И. Менделеева с целью прогнозирования и интерпретации спектров люминесценции соединений лантанидов и трансурановых элементов.

Ключевые слова: релятивистская квантовая механика, тяжелые атомы, мультиспиноры, электронная структура тяжелых атомов, теоретическая спектроскопия.

1. Постановка задачи

Современное состояние теории тяжелых элементов нуждается в развитии многоэлектронных подходов, объясняющих и способных прогнозировать спектрохимические свойства соединений с элементами нижней половины периодической таблицы Д.И. Менделеева. Актуальные проблемы фотохимии и люминесцентного анализа соединений лантанидов, трансурановых и сверх-

тяжелых элементов ставят перед теоретической физикой задачу построения релятивистской теории многих частиц, взаимодействующих по закону Кулона. До сих пор в теоретической спектроскопии тяжелых элементов используются полуэмпирические одночастичные модели, предсказательная способность которых существенно ограничена моделью идеального газа для электронной плазмы атомов. Эти модели не включают ряд важных многочастичных эффектов квантового поведения электронного облака в атоме, которые помогли бы правильно интерпретировать строение и валентные свойства веществ с тяжелыми элементами. Кроме того, в последние два десятилетия все большее внимание специалистов привлекает новый раздел химической науки, так называемая спиновая химия, в которой существенно используется представление о спиновом распределении электронов в атомах и молекулах. Очевидно, обсуждение спиновых свойств вещества может быть правильно поставлено на основе релятивистской теории систем многих электронов.

Целью данной работы является развитие многочастичной релятивистской квантовой механики атомно-молекулярных систем, дающей возможность прогнозировать их спиновые свойства и спектрохимические проявления в эксперименте. Основой наших построений будут служить предложенные в [1, 2] многочастичные уравнения релятивистской квантовой механики, являющиеся обобщением биспинорного релятивистского волнового уравнения Дирака.

2. Многоэлектронное релятивистское волновое уравнение

Запишем систему релятивистских уравнений для электронов атома в пространстве импульсов

$$D(\mathbf{p})\bar{\psi}(\mathbf{p}) = E\bar{\psi}(\mathbf{p}) - (2\pi)^{-3n} \int \prod_{j=1}^n d^3\mathbf{p}'_j \left[\int \prod_{j=1}^n d^3\mathbf{r}_j \exp\left(i \sum_{j=1}^n (\mathbf{p}'_j - \mathbf{p}_j) \mathbf{r}_j\right) V(\mathbf{r}) \right] \bar{\psi}(\mathbf{p}'), \quad (1)$$

где матрица кинетической энергии в виде суммы прямых произведений матриц 4-го порядка

$$D(\mathbf{p}) = \sum_{k=1}^n I \times \dots \times D_k(\mathbf{p}_k) \times \dots \times I, \quad (2)$$

составленных из матриц Дирака кинетической энергии каждого электрона

$$D_k = \begin{pmatrix} mc^2 & c\boldsymbol{\sigma}\mathbf{p}_k \\ c\boldsymbol{\sigma}\mathbf{p}_k & -mc^2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

и единичных матриц I . Потенциал атома представлен суммой кулоновских потенциалов взаимодействия частиц атома

$$V(\mathbf{r}) = -\sum_{i=1}^n \frac{Ze^2}{r_i} + \sum_{i>j}^n \sum_{j=1}^n \frac{e^2}{r_{ij}}. \quad (4)$$

Вычисление фурье-преобразования потенциала в (1) дает функции импульсов электронов – ядра интегральных операторов системы интегральных уравнений

$$D(\mathbf{p})\bar{\psi}(\mathbf{p}) = E\bar{\psi}(\mathbf{p}) + (2\pi^2)^{-1} \sum_{i=1}^n Z e^2 \int d^3\mathbf{q} q^{-2} \bar{\psi}(\mathbf{p}_1, \dots, \mathbf{p}_i + \mathbf{q}, \dots, \mathbf{p}_n) - \\ - (2\pi^2)^{-1} e^2 \sum_{i>j}^n \sum_{j=1}^n \int d^3\mathbf{q} q^{-2} \bar{\psi}(\mathbf{p}_1, \dots, \mathbf{p}_i + \mathbf{q}, \dots, \mathbf{p}_j - \mathbf{q}, \dots, \mathbf{p}_n). \quad (5)$$

Волновая функция представляет собой мультиспинор атома – столбец с 4^n компонентами.

Матрица D может быть приведена к диагональному виду унитарным преобразованием, причем ее собственные значения равны линейным комбинациям кинетических энергий отдельных электронов, из них только 2^n вырожденных собственных чисел равны сумме релятивистских радикалов, а в остальные собственные числа (той же степени вырождения) будут входить радикалы с отрицательными знаками, которые не имеют физического смысла, а являются корнями соответствующего алгебраического уравнения порядка 4^n . В теории Дирака отрицательные радикалы используются для формирования позитронных состояний. Таким образом, матрица D может быть алгебраически представлена в виде спектрального разложения по собственным элементам, среди значений которых присутствует классическое релятивистское выражение кинетической энергии электронов атома.

В сферических координатах импульса для каждого электрона

$$p_x = p \sin \theta \cos \varphi, p_y = p \sin \theta \sin \varphi, p_z = p \cos \theta \quad (6)$$

и при замене модуля импульса тангенсом угла α

$$p_k = mc \operatorname{tg} 2\alpha_k \quad (7)$$

матрица преобразования (матрица собственных векторов) кинетической матрицы Дирака, в которой столбцы сгруппированы в линейные оболочки одинаковых собственных значений, имеет вид (индекс k опустим)

$$C = \begin{pmatrix} \cos \frac{\theta}{2} \cos \alpha & -\sin \frac{\theta}{2} e^{-i\varphi} \cos \alpha & -\cos \frac{\theta}{2} \sin \alpha & \sin \frac{\theta}{2} e^{-i\varphi} \sin \alpha \\ \sin \frac{\theta}{2} e^{i\varphi} \cos \alpha & \cos \frac{\theta}{2} \cos \alpha & -\sin \frac{\theta}{2} e^{i\varphi} \sin \alpha & -\cos \frac{\theta}{2} \sin \alpha \\ \cos \frac{\theta}{2} \sin \alpha & \sin \frac{\theta}{2} e^{-i\varphi} \sin \alpha & \cos \frac{\theta}{2} \cos \alpha & \sin \frac{\theta}{2} e^{-i\varphi} \cos \alpha \\ \sin \frac{\theta}{2} e^{i\varphi} \sin \alpha & -\cos \frac{\theta}{2} \sin \alpha & \sin \frac{\theta}{2} e^{i\varphi} \cos \alpha & -\cos \frac{\theta}{2} \cos \alpha \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Первые два столбца матрицы – это собственные векторы для положительного собственного значения $\lambda_1 = c\sqrt{m^2 c^2 + p^2}$, а 3-й и 4-й столбцы отвечают отрицательному собственному значению $\lambda_2 = -c\sqrt{m^2 c^2 + p^2}$. Собственные значения матрицы D_k (3) двукратно вырождены. Заметим, что данные собственные векторы задают направления ортов из начала координат к поверхности сферы в 4-мерном пространстве.

Теперь нетрудно сформировать матрицу собственных векторов матрицы (2) для системы электронов из матриц собственных векторов кинетических матриц отдельных электронов C_k в виде кронекеровского произведения матриц

$$C(\mathbf{p}) = C_1(\mathbf{p}_1) \times C_2(\mathbf{p}_2) \times \dots \times C_n(\mathbf{p}_n). \quad (9)$$

Далее запишем спектральное разложение кинетической матрицы системы многих частиц по ее собственным элементам

$$D = C\Lambda\tilde{C} = \sum_{i=1}^{4^n} u_i \Lambda_i \tilde{u}_i, \quad (10)$$

здесь u_i – собственный вектор-столбец, а $\tilde{u}_i$ – вектор-строка (с учетом комплексного сопряжения), Λ – диагональная матрица собственных значений Λ_i . Собственные векторы кинетической матрицы системы электронов строятся как прямые произведения собственных векторов парциальных кинетических матриц (8) отдельных электронов.

3. Приведение системы интегральных уравнений (5) к спиновым функциям

Введем проекции мультиспинора уравнения (5) на собственные спинорные векторы матрицы кинетической энергии системы электронов (назовем их спинорными функциями) $\phi_i = \tilde{u}_i \psi$. Как видно, спинорные функции являются скалярными функциями, отображающими определенные спинорные состояния электронной системы атома. Тогда система уравнений (5) преобразуется к системе уравнений для скалярных спинорных функций (в матричной записи)

$$\begin{aligned} \Lambda(\mathbf{p})\phi(\mathbf{p}) = E\phi(\mathbf{p}) + \\ + Ze^2 (2\pi^2)^{-1} \sum_{i=1}^n \int d^3\mathbf{q} I \times \dots \times K(\mathbf{p}_i, \mathbf{p}_i + \mathbf{q}) \times \dots \times I q^{-2} \phi(\mathbf{p}_1, \dots, \mathbf{p}_i + \mathbf{q}, \dots, \mathbf{p}_n) - \\ - e^2 (2\pi^2)^{-1} \sum_{i>j}^n \sum_{j=1}^n \int d^3\mathbf{q} I \times \dots \times K(\mathbf{p}_i, \mathbf{p}_i + \mathbf{q}) \times \dots \times K(\mathbf{p}_j, \mathbf{p}_j - \mathbf{q}) \times \dots \times I q^{-2} \cdot \\ \cdot \phi(\mathbf{p}_1, \dots, \mathbf{p}_i + \mathbf{q}, \dots, \mathbf{p}_j - \mathbf{q}, \dots, \mathbf{p}_n). \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь мы воспользовались спектральным разложением единичного оператора

$$I_{4^n} = C\tilde{C} = \sum_{i=1}^{4^n} u_i(\mathbf{p}) \tilde{u}_i(\mathbf{p}). \quad (12)$$

Матричное ядро интегрального оператора равно произведению матриц C :

$$K(\mathbf{p}, \mathbf{p}') = \tilde{C}(\mathbf{p}) C(\mathbf{p}'); \quad (13)$$

при равенстве аргументов оно обращается в единичную матрицу (12). В уравнении (11) потенциальный оператор представлен произведением ядер: вырожденного матричного спинорного ядра и кулоновского ядра в виде скалярной функции. Разложение (факторизация) этих ядер по переменным дает систему базисных функций для построения решения интегрального уравнения. Таким образом, мы видим, что дираковский переход от декартовых коммутирующих осей к клиффордовому пространству с некоммутирующими осями координат приводит к оснащению кулоновского потенциала спинорными множителями, которые описывают нутации в движении электронов и спинорные поправки в их энергию. Также из вида интегрального уравнения следует, что спинорные множители в потенциале не нарушают двухчастичный характер взаимодействий частиц, что неизбежно происходит при квадратировании релятивистских матричных уравнений.

Заметим, что система (11) разбивается на подсистемы для каждого вырожденного корня матрицы кинетической энергии Λ . Нас интересуют корни в виде суммы радикалов. В этой группе уравнений спиновые функции, относящиеся к нефизическим корням, представляются малыми вкладами (это «позитронные» спиновые компоненты), их можно учесть (для сохранения ортогональности спиновых функций) в виде слабого возмущения электронных спиновых компонент. Можно определить нулевое приближение, если пренебречь на время этими позитронными спиновыми функциями. Тогда система уравнений (11) редуцируется к чисто электронным спиновым функциям; это еще не определяет полное нерелятивистское приближение, потому что кинетическая энергия остается выраженной в виде суммы радикалов и матрица ядра интегрального оператора не заменена единичной. Однако в данном нулевом приближении небольшая часть релятивистских вкладов в энергию атома будет потеряна. Решение уравнения (11) может быть построено на основе близкого к интегральному уравнению Шрёдингера уравнения с вырожденным спиновым ядром, если разложить радикалы в ряд по отношению p/mc и удержать квадратичные по импульсам электронов члены. Тогда можно представить решение в виде ряда по волновым функциям уравнения Шрёдингера, нагруженным множителями вырожденной спиновой части ядра интегрального оператора. Такое разложение всегда сходится, и его отрезок дает удобное для последующего анализа приближение к точному решению. Методы вычисления многоэлектронных нерелятивистских волновых функций уравнения Шрёдингера для атома даны в [1].

4. Заключение

В данной работе мы представили численный алгоритм вычисления релятивистских мультиспинов методом приведения ядра интегрального оператора к вырожденному и, соответственно, к решению алгебраической проблемы на собственные значения. От спиновых функций можно легко перейти к исходным релятивистским мультиспинам, собирая спиновые функции в столбцы и действуя на них матрицей S . Отметим, что в данном алгоритме не используется принцип заполнения орбиталей за отсутствием таковых, поскольку при решении уравнения Шрёдингера мы используем многоэлектронные полисферические базисные функции.

Вследствие большой размерности матрицы вырожденного спинового ядра интегрального оператора (11) релятивистский многоэлектронный спектр атома будет характеризоваться зонной структурой уровней, что в спектральном эксперименте должно наблюдаться в виде полос люминесценции. Распределение в полосе интенсивности излучения соединений с тяжелыми атомами определяется матричным элементом электрического дипольного момента системы электронов.

Список литературы

1. Новосадов, Б.К. Аналитическая механика атома. М.: Нобель Пресс, 2014. – 322 с.
2. Новосадов, Б.К. К теории электронных состояний тяжелых элементов // Химия высоких энергий. – 2015. – № 5. – С. 1-6.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИФФУЗИИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ПРИ СБРОСЕ ГРУНТА

Попова Т.М.

доцент кафедры прикладной математики Тихоокеанского государственного университета, канд. физ.-матем. наук, доцент,
Россия, г. Хабаровск

Шевченко В.С.

студент группы факультета фундаментальных и компьютерных наук
Тихоокеанского государственного университета,
Россия, г. Хабаровск

В работе рассмотрена модель процесса диффузии взвеси, после залпового сброса грунта в район №154 на западном берегу Татарского пролива между мысами Путятина и Зеленым, установлена разрешимость начально – краевой задачи при гладкости входных данных, построена неявная конечно-разностная схема, проведен численный эксперимент.

Ключевые слова: модель конвекции-диффузии, метод конечных разностей, сеточные функции, демпинг, неявная разностная схема.

Проблемами распространения взвесей в водной среде занимались отечественные и зарубежные специалисты с конца 70-х годов. Тем не менее, в настоящее время отсутствуют надежные методики, на основе которых можно осуществлять прогноз распространения взвесей на небольшие расстояния при их залповом сбросе. Для оценки распространения взвеси при сбросе в морскую среду грунтов дноуглубления могут быть использованы различные решения, полученные с помощью аналитических, численных и статистических методов [7]. Оптимизационная численная модель для выбора места отвала грунтов дноуглубления была предложена Гончаровым А. А. [7, 8]. Модель построена на трехмерном уравнении турбулентной диффузии взвеси и позволяет на основе сопряженной задачи путем перебора функционала (функции предполагаемого источника) получить координаты источника, обеспечивающего минимальное воздействие (концентрацию взвеси) в рассматриваемой области.

Рассмотрим уравнение распространения взвешенных частиц, которое в сигма-координатной системе имеет вид:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial C_i}{\partial t} + \frac{\partial C_i}{\partial x} U + \frac{\partial C_i V}{\partial y} + \frac{\partial C_i (\omega + \omega_c)}{\partial \sigma} \\ &= \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_c}{D} \frac{\partial C_i}{\partial \sigma} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[D A_c \frac{\partial C_i}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[D A_c \frac{\partial C_i}{\partial y} \right] + Q(x, y, \sigma), \quad (1) \end{aligned}$$

где x, y, σ, t – координатная система; $C_i(x, y, \sigma, t)$ – концентрация фракции взвешенных частиц, г/м³; U, V – горизонтальные компоненты течения, м/с;

ω – вертикальная составляющая скорости, нормальная к сигма-поверхности, м/с; ω_c – собственная гравитационная вертикальная скорость фракции взвешенных частиц, м/с; $D=H+\eta$, где H – глубина, м; η – уровень, м;

K_c и A_c – вертикальный и горизонтальный коэффициенты турбулентной диффузии, м²/с; $Q(x,y,\sigma)$ – источник загрязнения, г/(м³с). Уравнение описывает изменение концентрации взвешенных частиц в условиях, учитывающих перенос примеси течениями, горизонтальной и вертикальной турбулентной диффузией, а также физические характеристики частиц взвеси.

Зададим граничные условия

$$C(0, y, \sigma, t) = g_1(y, \sigma), C(x_n, y, \sigma, t) = g_2(y, \sigma), C(x, 0, \sigma, t) = g_3(x, \sigma), \\ C(x, y_m, \sigma, t) = g_4(x, \sigma), C(x, y, 0, t) = g_5(x, y), C(x, y, \sigma_l, t) = g_6(y, \sigma).$$

В начальный момент времени будет произведен залповый сброс грунта. Этот процесс можно описать с помощью функции Гаусса:

$$C(x, y, \sigma, 0) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho_{xy}^2}} \cdot \exp\left(-\frac{1}{2(1-\rho_{xy}^2)}\left(\frac{(x-\mu_1)^2}{\sigma_x^2} - \frac{2\rho_{xy}(x-\mu_1)(y-\mu_2)}{\sigma_x\sigma_y} + \frac{(y-\mu_2)^2}{\sigma_y^2}\right)\right),$$

где $\mu_1 = 250, \mu_2 = 500, \sigma_x = 13, \sigma_y = 19, \rho_{xy} = 0,9$.

Рассмотрим численное решение представленной задачи методом конечных разностей

Нанесем на пространственно-временную область

$$0 \leq x \leq x_n, 0 \leq y \leq y_m, 0 \leq z \leq z_k, 0 \leq t \leq T$$

конечно-разностную сетку

$$\omega_{h_x h_y h_z \tau} = \{x_i = ih_x; y_j = jh_y; z_e = eh_z; t^l = l \cdot \tau\}$$

с пространственными шагами $h_x = \frac{x_n}{n}; h_y = \frac{y_m}{m}; h_z = \frac{z_k}{K}$; и шагом по времени $\tau = T/L$.

Аппроксимируем уравнение (1), по неявной конечно-разностной схеме:

$$\frac{C_{i,j,k}^l - C_{i,j,k}^{l-1}}{\tau} + \frac{C_{i,j,k}^l - C_{i-1,j,k}^l}{h_x} UD + \frac{C_{i,j,k}^l - C_{i,j-1,k}^l}{h_y} VD + \frac{C_{i,j,k}^l - C_{i,j,k-1}^l}{h_z} (\omega + \omega_c) = \\ = \frac{C_{i-1,j,k}^l - 2C_{i,j,k}^l + C_{i+1,j,k}^l}{h_x^2} * DA_c + \frac{C_{i,j-1,k}^l - 2C_{i,j,k}^l + C_{i,j+1,k}^l}{h_y^2} * DA_c + \\ + \frac{C_{i,j,k-1}^l - 2C_{i,j,k}^l + C_{i,j,k+1}^l}{h_z^2} * \frac{K_c}{D} + Q(x, y, \sigma).$$

Проведем численные расчеты при нулевых граничных условиях. Введем средние значения коэффициентов:

- коэффициент вертикальной турбулентной диффузии $K_c = 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$;
- коэффициент горизонтальной турбулентной диффузии $A_c = 0,3 \text{ м}^2/\text{с}$
- горизонтальные компоненты течения $U=0,1 \text{ м/с}, V=0,15 \text{ м/с}$;
- вертикальная составляющая скорости, $\omega = 0,068 \text{ м/с}$.

Собственная гравитационная вертикальная скорость фракции взвешенных частиц ω_c вычисляется по формуле Стокса:

$$\omega_c = \frac{1}{18} \frac{gd^2(\rho_c - \rho)}{\mu}, \quad (4)$$

где средний диаметр частиц взвеси $d = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

плотность частиц взвеси $\rho_c = 2650 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ [11];

плотность воды $\rho = 1023,77 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, при температуре $t = 10^\circ\text{C}$ и солёности воды $S = 30\text{‰}$ [4].

молекулярная вязкость воды $\mu = 1.308 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$, при температуре $t = 10^\circ\text{C}$ и солёности воды $S = 32\text{‰}$ [4].

$$\omega_c = \frac{1}{18} \cdot \frac{9,8 \cdot 0,25 \cdot 10^{-6} \cdot (2650 - 999,77)}{1,052 \cdot 10^{-3}} = 0,21 \text{ м/с}.$$

Из гидрологического отчета известно, что в районе №154 глубина изменяется от 18 до 30 м и так как мы рассматриваем процесс в толще воды, то возьмем σ от 0 до 17 м., тогда x рассматриваем в пределах от 0 до 500 м., а y – от 0 до 1000 м. Построим сетку с шагом по x и по y равную 25 м. (т.е. $h_x=25$, $h_y=25$).

Для расчетов зафиксируем глубину σ и рассчитаем распределение взвеси на поверхности, показанный на рисунке 1, рис. 1а показывает начальную концентрацию взвеси при залповом выбросе, рис. 1б, 2 а,б – изменение концентрации в различные моменты времени. Шкала справа означает концентрацию взвеси в г/м^3

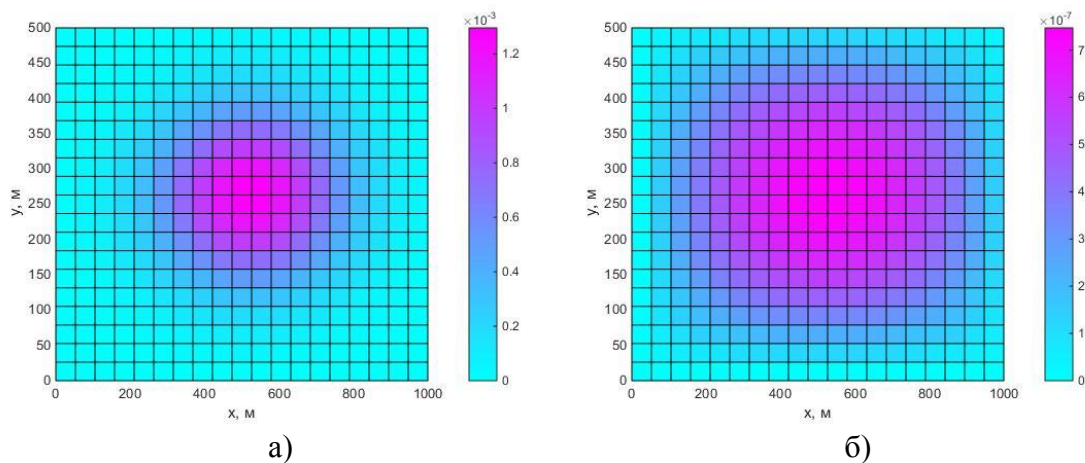
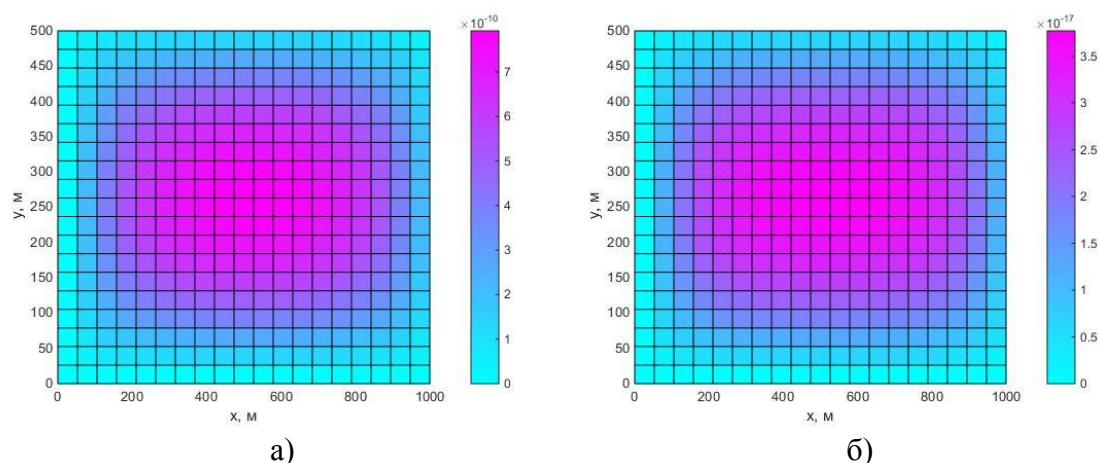
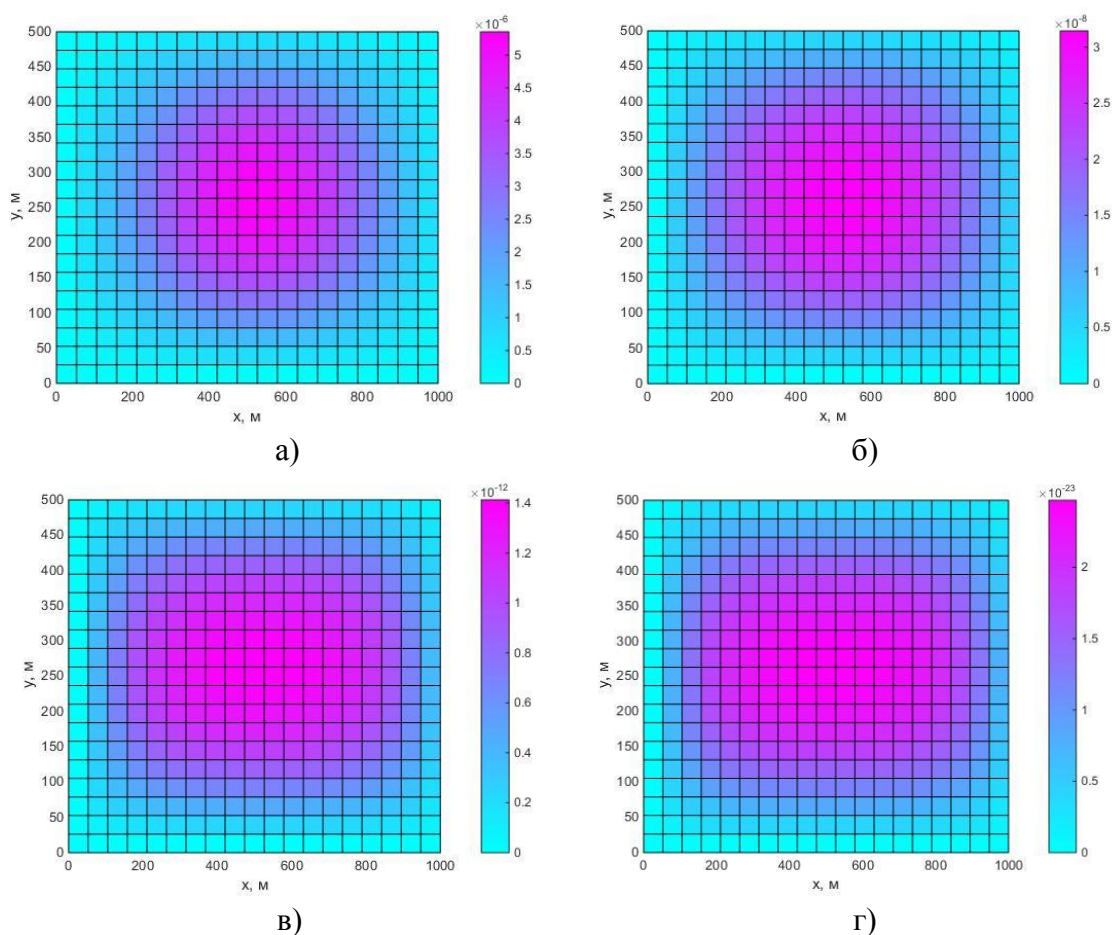


Рис. 1. Концентрация взвеси на поверхности
а) $t=0\text{с}$. б) $t=4\text{с}$



а) б)
Рис. 2. Концентрация взвеси на поверхности
а) $t=8\text{с}$. б) $t=18\text{с}$.

Рассчитаем распределение взвеси на глубине 5м. рисунок 3а показывает начальную концентрацию взвеси при залповом выбросе, рисунки 3б-г изменение концентрации в различные моменты времени. Шкала справа означает концентрацию взвеси в г/м^3



а) б) в) г)
Рис. 3. Концентрация взвеси на глубине 5м
а) $t=0\text{с}$. б) $t=4\text{с}$. в) $t=8\text{с}$. г) $t=18\text{с}$.

Численные методики на основе дифференциального уравнения (1) позволяют проводить вычисления по достаточно полным адвективно-диффузионным уравнениям, моделировать весьма произвольный гидродина-

мический режим и сложные зависимости коэффициентов от внешних условий, а также учитывать различные типы функций источника и граничных условий. Однако эти модели сталкиваются с проблемой задания пространственного распределения поля течения. Обычно для этого в модель включается гидродинамический блок, на основе которого численно моделируется циркуляция. Но это приводит к еще большей неопределенности задания начальных, граничных условий и параметров модели. Их применение для получения количественных оценок реальных процессов ограничено.

Список литературы

1. Гончаров А. А. Исследования моделирования процессов рассеяния различных веществ при захоронении отходов в моря и океаны / А. А. Гончаров, А. Ф. Ляшенко, И. А. Шлыгин – Вып.1. Обнинск – 1981. – 30 с.
2. Гончаров А. А. Выбор места сброса грунта с учетом экологически значимых зон на примере Пярнуского залива / А. А. Гончаров, М. А. Кравчук. – М.: Гидрометеиздат, 1988. – 98с
3. Котеров В. Н. Моделирование переноса взвешенных веществ на океаническом шельфе. Горизонтальное рассеяние / В. Н. Котеров, Ю. С. Юзеранская // Журн. вычисл. матем. и матем. физ. – 2010. – Т. 50, № 2. – С. 375-387.

МЕХАНИЗМЫ ПОЛЯРИЗАЦИИ И ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ФОТОНОВ

Раимкулов М.Н.

ведущий научный сотрудник Института физико-технических проблем и материаловедения Национальной академии наук, канд. технич. наук, с.н.с.,
Кыргызстан, г. Бишкек

В настоящей статье рассматриваются механизмы интерференции и поляризации на основе предложенных ранее структур фотонов и механизма их распространения. Показано, что на основе корпускулярных свойств фотонов возможно описать их волновые свойства, в частности интерференцию и поляризацию. Приведены факторы, косвенно подтверждающие предложенную логику.

Ключевые слова: волновые свойства, вторичные вихри, интерференция, первичные вихри, поляризация, фотоны.

При рассмотрении фотонов сегодня классическая физика, говоря о корпускулярно волновом дуализме, представляет и описывает этот дуализм через описание электромагнитных волн, испускаемых порциями или квантами, которые были названы фотонами. Это позволило описать множество свойств их распространения, но, к сожалению, не все. Нет, например однозначного ответа на вопрос, что служит средой и, соответственно как распространяется электромагнитная волна, если вспомнить о том, что физики, со времен Эйнштейна, отказались от светового эфира.

Ранее уже был предложен несколько другой подход к пониманию и описанию корпускулярно волновых свойств фотонов. Если, как было отмечено, в настоящее время фотоны, при рассмотрении волновых процессов,

рассматриваются как волны излучаемые порциями, т.е. на первом месте ставятся свойства волны, а корпускулярные на втором, как бы вспомогательном месте (как порцию волны), то в данном случае на первое поставлены корпускулярные свойства, а на второе, как следствие из первого, волновые. О том, что фотон нужно рассматривать как частицу (более того его регистрируют как частицу) это отмечают многие ученые. Например, Фейнман говорит: «Исследуя свет на пути из А в В можно обнаружить, что он вовсе не представляет собой волну. Лучи света, оказывается, состоят из фотонов, которые можно зарегистрировать с помощью фотонного счетчика, они заставляют его щелкать» [13, с.20].

Предлагаемый подход рассматривает фотоны именно как частицы, имеющие определенную структуру, благодаря которой проявляются все их свойства (например, электромагнитные [5 с. 91, 12 с.33]), включая волновые. Уже опубликованы работы, которые описывают такие волновые свойства, как распространение фотонов (без необходимости наличия специальной среды) [6 с.89], отражение (включая описание механизма сохранения правовинтового расположения векторов электрической и магнитной индукции после отражения) [1 с.38], дифракцию (с описанием механизма появления интерференционных полос в опыте Юнга с двумя щелями, при пропускании одиночных фотонов) [7 с.59, 8 с.64], преломление и дисперсию [1 с. 40, 44]. В данной работе, основываясь на том же подходе, предложены на рассмотрение механизмы интерференции и поляризации фотонов.

Интерференция фотонов

Чтобы понять, как может происходить интерференция для начала нужно рассмотреть предложенную ранее структуру фотонов (рис.1):



Рис. 1. Вероятные структуры фотонов

Как видно из рисунка фотоны представлены в виде двух вероятных видов структур напоминающих торы. Фотоны имеют собственное вращение, создающее магнитное поле и спин, которое показано стрелкой в центре фотона (рис. 1). Также вращаются более мелкие частички, из которых состоят фотоны (названные физическими точками материи-энергии [10]), вдоль траектории первичных вихрей. Данное вращение показано стрелкой для первичных вихрей, оно создает электрическое поле [2 с.4]. Почему они могут иметь предложенные структуры, было описано ранее [9 с.307], поэтому, в данном случае, мы просто рассмотрим, как могут вести себя фотоны, имеющие по-

добные структуры при своем распространении, и как они могут создавать свойство интерференции. Но прежде нам необходимо разобраться с некоторыми деталями.

И начнем с того, что задумаемся, что означают темные и светлые полосы в интерференционной картине, или еще точнее вопрос можно сформулировать так: «Почему мы где-то видим свет (светлые полосы), а где-то света не видим (темные полосы)»? Каким бы странным не казался вопрос на первый взгляд применительно к интерференции, ответ оказывается довольно прост: «Наш глаз (или любой другой приемник света) видит свет в определенном месте тогда, когда из этого места в него попадают фотоны». Если фотоны из соответствующего места не попадают в глаз под любым углом наблюдения, то это означает только одно – в этом месте фотонов нет!

Другой вопрос, который важен для понимания механизма интерференции – это вопрос о том, что несет информацию о «фазе» потока фотонов (электромагнитной волны). Не углубляясь в детали, просто отметим, что ранее было высказано и обосновано предположение о том, что фазой в данном случае является угол поворота фотона. При вращении фотона (рис. 3) соответственно будет вращаться и магнитный вектор, а изменение его угла вращения и приводит к изменению «фазы волны».

Для фотонов разных диаметровдвигающихся (в вакууме) со скоростью C , несложно показать, что при столкновении, например, с атомами фотоны начнут вращаться и их частота вращения ω_i будет обратно пропорциональна их радиусам, а длина волны λ_i соответственно прямо пропорциональна их радиусам r_i [11 с.31]. Это позволяет понять, почему фотоны имеют разный период обращения и соответственно разную длину волны.

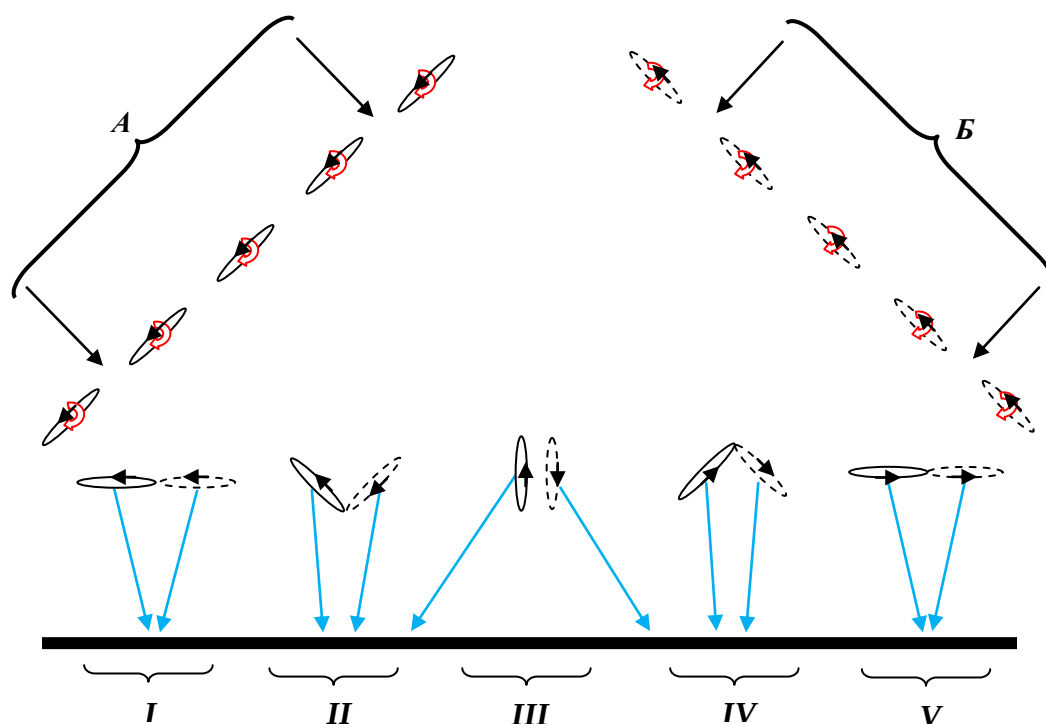


Рис. 2. Механизм интерференции плоских волн

Попробуем понять, как изменение фазы волны или, применительно к нашему подходу, вращение плоскости фотона, а с ним и вектора магнитной индукции влияет на взаимодействие фотонов между собой. Ранее, при описании магнитного взаимодействия рассмотренного на основе предложенных структур, было показано, что в случае вращения векторов магнитной индукции в одном направлении (например, для двух проводников с током, в которых токи движущемся в одну сторону) происходит притяжение, а в случае вращения векторов магнитной индукции в противоположных направлениях наоборот происходит отталкивание [5 с.91]. Аналогично такому магнитному взаимодействию, в случае если вращение векторов магнитной индукции соседних фотонов происходит в одном направлении, также будет притягивать их. И соответственно при вращении в противоположных направлениях векторов магнитной индукции будет отталкивать фотоны. Если же фотоны встречаются под некоторым углом друг к другу, то притяжение или отталкивание, вероятно, будет не таким значительным.

Теперь имея в виду предложенную структуру фотонов, причину наличия темных и светлых полос интерференционной картины, взаимосвязь фазы с вектором магнитной индукции, зависимость длины волны от радиусов фотонов и взаимодействие магнитных векторов фотонов между собой разберем вероятный механизм интерференции двух плоских волн света (рис. 2). На рисунке: *A* и *B* – это направления движения фотонов от источников предметной и опорной волны. Из данного рисунка, согласно выше перечисленному, видно, что в зонах *I*, *II*, *IV* и *V* фотоны притягиваются, а в зоне *III* – отталкиваются. Это означает, что в зонах *I*, *II*, *IV* и *V* фотоны присутствуют, а в зоне *III* – отсутствуют, что в результате создает на экране светлые и темные полосы интерференционной картины.

В качестве дополнительной подтверждающей базы предложенной логики, разберем некоторые свойства, которые имеют место при интерференции света, то, как они объясняются (или не объясняются) на основе классического подхода и то, как они могут быть объяснены, используя предложенный механизм интерференции.

Например, если иметь в виду, что электромагнитное излучение это волна и при этом использовать классическое сложение волн, то для случая сложения двух когерентных монохроматических волн приходящих на экран в противофазе мы, по логике вещей, должны получить их полное гашение, то есть полное отсутствие светлых полос. Но на практике, как ни стараться, мы не получим подобный результат. Вопрос: «Почему»?

Другой пример, который мы можем проанализировать это суммарная амплитуда, которая получается при сложении двух волн. Мы помним, что при интерференции волн имеющих одинаковую интенсивность, суммарная интенсивность определяется по формуле $I=2I_0(1+\cos\varphi)$ [2, с. 4]. Это означает, что в максимумах суммарная интенсивность будет в 4 раза больше чем интенсивность каждой из волн по отдельности ($I=4I_0$), то есть она будет *в 2 раза больше суммарной интенсивности*, которая должна была бы получиться, если бы мы ее складывали в соответствии с логикой волновых процессов.

Приведенные примеры показывают на некоторые несоответствия классических представлений и реальных процессов, которые мы имеем на практике.

Попробуем заново объяснить данные факты, используя предложенный механизм интерференции фотонов.

1. Сложение двух потоков фотонов происходит не на принципах компенсации $[(+1) + (-1) = 0]$, которая происходит при гашении пиков волн, приходящих в противофазе, а на принципе притяжения или отталкивания. Данный принцип не предусматривает исчезновение фотонов, связанный с компенсацией пиков волн, а говорит лишь об изменении их траектории и соответственно их месторасположения на экране во время наблюдения интерференционной картины (зона III рис. 2).

2. Сложение двух потоков фотонов происходит на принципах сложения не только тех фотонов, которые попадают напрямую в соответствующую зону интерференции, но и сложения тех фотонов, которые летят в соседние зоны, но за счет отталкивания там (в тех случаях, когда фотоны приходят в противофазе) также попадающие в зону светлых полос, тем самым добавляя интенсивность этих полос и давая результат, соответствующий формуле $I=4I_0$ (рис. 3):

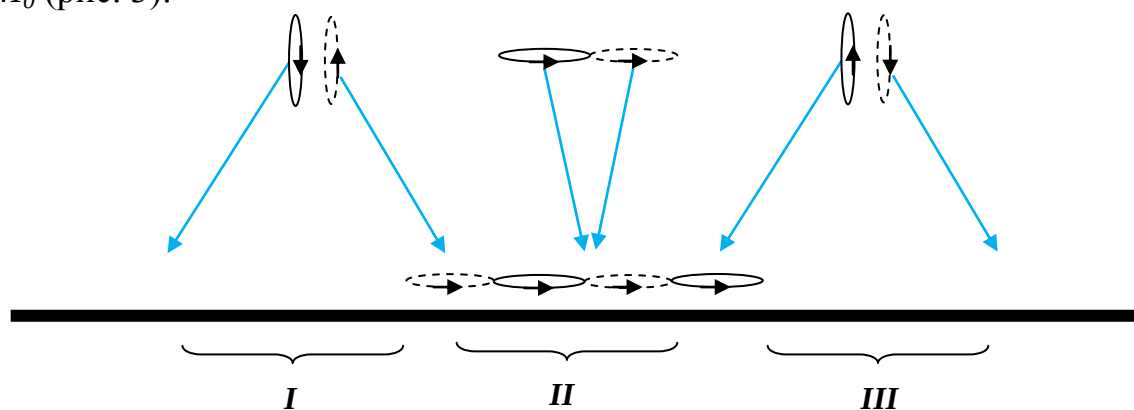


Рис. 3. Механизм сложения фотонов при интерференции

Поляризация фотонов

В 1808 г. Этьен Луи Малюс экспериментируя со светом, пропущенным через исландский шпат, предположил, что свет может иметь «упорядоченную структуру» в виде определенной ориентации фотонов. Причем Малюс, как мы помним, опирался на корпускулярную теорию света, сформулированную Ньютоном. Сегодня свет рассматривается как электромагнитная волна, которая может менять векторы вращения магнитной и электрической индукции и описывать ими круг, эллипс или прямую линию. Такое явление ориентации упомянутых векторов, при распространении света, носит название поляризации.

В настоящей работе фотоны рассматриваются как частицы, имеющие определенную структуру в форме тора. И в этом смысле подход автора совпадает с подходом Малюса и опирается на корпускулярную теорию света.

В общем случае фотоны, в частности вылетая из электронов и распространяясь в каком-либо направлении, могут вращаться в разных плоскостях. В этом случае мы воспринимаем данный поток фотонов как не поляризованное излучение. Для наглядного понимания описанного вращения на рисунке

4 показаны фотоны, вращающиеся во взаимно перпендикулярных плоскостях:

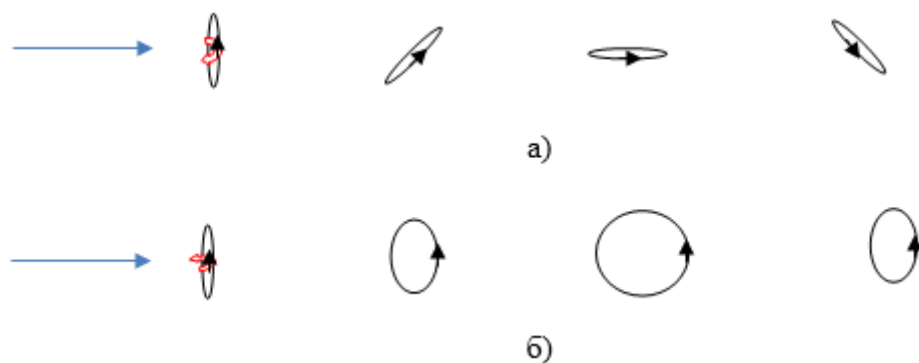


Рис. 4. Вращение плоскости фотонов

В том случае, когда фотоны претерпевают, отражение или преломление, они могут приобрести частичную или полную поляризацию. Для того, чтобы понять механизм поляризации, рассмотрим случай отражения фотона от зеркала. Для простоты возьмем фотон, плоскость которого до столкновения с поверхностью вообще не вращалась (рис. 5). После столкновения фотона с зеркалом и отражения от него, он начинает вращаться. Вот это вращение плоскости фотона в каком-либо направлении мы и воспринимаем как поляризацию электромагнитной волны. Причем если плоскости всех фотонов вращаются в одном направлении, мы имеем линейно поляризованную электромагнитную волну. Если же фотоны до столкновения уже имели вращение своей плоскости в каком-либо направлении, то эти направления вращения накладываются на то направление вращения, которое ему придает поверхность зеркала. В этом случае мы имеем эллиптически поляризованную электромагнитную волну.

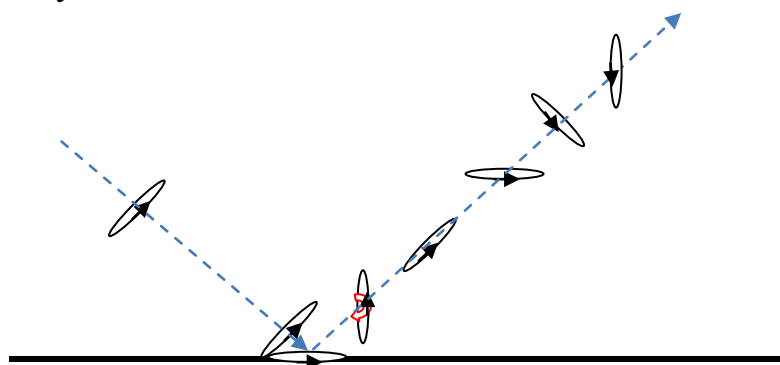


Рис. 5. Приобретение вращения после отражения от поверхности зеркала

В качестве дополнительного примера разберем случай, когда фотоны попадают на поверхность обычного стекла. Как мы помним, в этом случае часть фотонов отразится и приобретет поляризацию преимущественно перпендикулярную к плоскости падения. Другая часть фотонов пройдет сквозь границу раздела сред и приобретет поляризацию преимущественно параллельную к плоскости падения [3, с. 432]. Разберем с чем это связано, опираясь на предложенный механизм поляризации.

При попадании фотонов на границу раздела двух сред, для случая, когда они летят в воздухе и попадают на стекло, они сталкиваются с частицами

стекла (молекулами, атомами, элементарными частицами) и эти столкновения могут быть различными (рис. 6). Например, если фотон сталкивается своей плоскостью с частицами стекла так, что это столкновение заставляет его отразиться, то вращение вектора электрической индукции будет, как упоминалось выше, преимущественно перпендикулярным к плоскости падения (рис. 6.а,б):

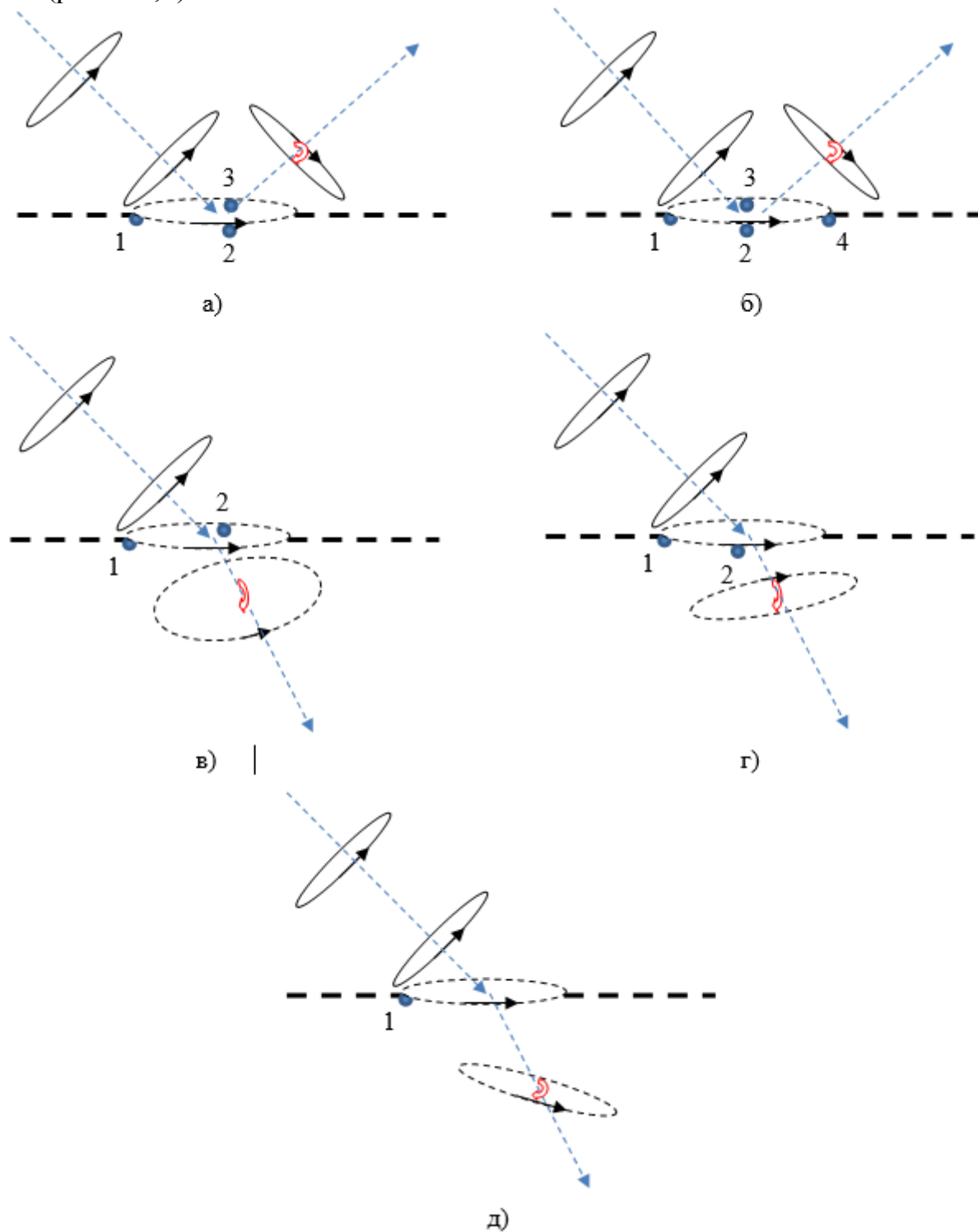


Рис. 6. Поляризация фотонов при отражении и преломлении

Ранее уже было показано [5 с.91], что вторичные вихри фотона (тор, который мы видим на рис. 6) создают магнитное поле, которое вращается

под углом в 90^0 по отношению к первичным вихрям, создающим электрическое поле (рис. 1) [12 с.45]. Как видно из рис. 6.а и рис. 6.б, плоскость фотона, т.е. вектор магнитного поля $\vec{H}$, после отражения вращается параллельно плоскости падения, это значит, что вектор индукции электрического поля $\vec{E}$ будет вращаться перпендикулярно к плоскости падения фотона, т.е. фотон приобрел поляризацию перпендикулярную к плоскости падения.

При преломлении фотона, в зависимости от того как расположены частицы, с которыми сталкивается фотон, он может вращаться перпендикулярно к плоскости падения (как в одну (рис.6.в), так в другую (рис.6.г) сторону), создавая поляризацию преимущественно параллельную к плоскости падения или параллельно к плоскости падения (рис.6.д), создавая иную поляризацию. Также следует отметить, что попадающие на границу раздела сред фотоны уже имеют различную плоскость вращения. В этом случае, легко показать, что фотоны, имеющие поляризацию перпендикулярную к плоскости падения, в большинстве своем отразятся, а фотоны имеющие противоположную поляризацию в большинстве своем преломятся.

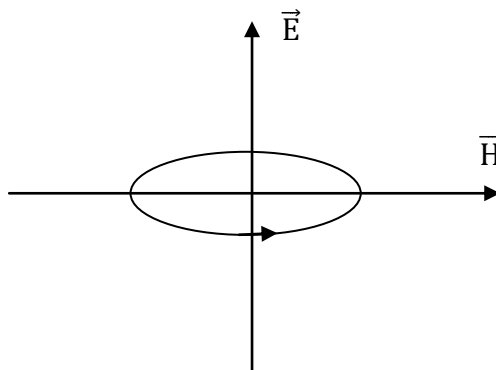


Рис. 7. Направления векторов напряженности электрического и магнитного полей

Таким образом, направления векторов электрической $\vec{E}$ и магнитной $\vec{H}$ индукции, применительно к структуре фотонов расположены в перпендикулярных плоскостях так, как это показано на рисунке 7:

В качестве одного из доказательств правомерности предложенного механизма поляризации рассмотрим прохождение света через экран в виде параллельных проводящих проводов. Такие опыты проводились еще Г.Герцем [4]. Как следует из этого эксперимента, прохождение электромагнитной волны через такой экран зависит от ориентации полосок экрана по отношению к направлению колебаний вектора напряжённости $\vec{E}$ электрического поля облучающей экран волны. Если полоски перпендикулярны $\vec{E}$, то электромагнитное поле практически без потерь проходит через экран. Наоборот, если полоски параллельны $\vec{E}$, то падающая на поверхность экрана электромагнитная волна практически полностью отражается от него (рис. 8):

13. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике 3. Излучение. Волны. Кванты. Том 3, 1976 г., 235 с. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://mipt.ru/dasr/upload/646/f_3kf8oa-arphh81ii9w.pdf

ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ МЕТОДАМИ НЕОПРЕДЕЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Таганов А.И.

зав. кафедрой «Космические технологии»
Рязанского государственного радиотехнического университета, д-р техн. наук,
Россия, г. Рязань

Захаров С.П.

аспирант кафедры «Космические технологии»
Рязанского государственного радиотехнического университета,
Россия, г. Рязань

Псоянц В.Г.

аспирант кафедры «Космические технологии»
Рязанского государственного радиотехнического университета,
Россия, г. Рязань

В статье рассматриваются подходы, основанные на модели целевого программирования, к решению задачи оптимизации резервирования систем самого различного назначения, в том числе систем управления проектными рисками.

Ключевые слова: подход, задача оптимизации, модель целевого программирования, методы неопределенного программирования.

Одним из основных способов увеличения надежности систем самого различного назначения, в том числе систем управления проектными рисками [1, 2] является резервирование, которое основано на введении структурной избыточности для элементов, входящих в систему. Тогда однокритериальная задача оптимизации резервирования заключается в нахождении оптимального числа резервных элементов для каждого из компонентов системы так, чтобы максимизировать или минимизировать заданную характеристику системы. Для случая многокритериальной задачи оптимизации резервирования со сложными (противоречивыми) критериями предлагается использовать для ее решения методы и подходы теории неопределенного программирования [3]. При этом в числе приоритетных подходов может быть рассмотрена модель целевого программирования, которая может использоваться как специальная компромиссная модель многокритериальной оптимизации, концепция которой была разработана Чарнсом и Купером. Суть предложенной концепции заключалась в том, что лицо, принимающее решение в состоянии дать предварительные оценки уровня достижимости каждой цели и далее в процессе

поиска решения необходимо минимизировать отклонения от полученных оценок уровня. В общем случае эти цели бывают несовместимы и тогда возникает необходимость установить иерархию важности этих несогласованных целей таким образом, чтобы удовлетворить как можно большему их числу в установленном порядке [2, 4-6]. Требуемый баланс целей в задаче оптимизации резервирования в условиях неопределенности может быть получен, если использовать модель целевого программирования, в которой значения уровней целей и структура приоритетов устанавливается лицом, принимающим решения [1, 2].

Запишем модель целевого программирования в виде [2, 3]

$$\begin{cases} \min \sum_{j=1}^l P_j \sum_{i=1}^m (u_{ij}d_i^+ + v_{ij}d_i^-) \\ \text{с учетом ограничений:} \\ f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i, i = 1, 2 \dots m, \\ g_j(x) \leq 0, j = 1, 2 \dots p, \\ d_i^+, d_i^- \geq 0, i = 1, 2 \dots m, \end{cases}$$

где P_j – коэффициент преимущественного приоритета, который выражает относительную важность различных целей, $P_j \gg P_{j+1}$ для всех j ; u_{ij} – весовой коэффициент, соответствующий положительному отклонению от цели i с присвоенным приоритетом j ; v_{ij} – весовой коэффициент, соответствующий отрицательному отклонению от цели i с присвоенным приоритетом j ; d_i^+ – положительное отклонение от назначенного уровня цели i , которое определяется как

$$d_i^+ = [f_i(x) - b_i] \vee 0;$$

d_i^- – отрицательное отклонение от назначенного уровня цели i , определяемое как

$$d_i^- = [b_i - f_i(x)] \vee 0;$$

f_i – функция в целевых ограничениях; g_j – функция в системных ограничениях; b_i – назначенный уровень цели, соответствующий значению цели i ; l – число приоритетов, m – число целевых ограничений и P – число системных ограничений.

В принятых обозначениях модель целевого программирования можно записать также в другом виде [2, 3]

$$\begin{cases} \text{lexmin} \left\{ \sum_{i=1}^m (u_{i1}d_i^+ + v_{i1}d_i^-), \sum_{i=1}^m (u_{i2}d_i^+ + v_{i2}d_i^-), \dots, \sum_{i=1}^m (u_{il}d_i^+ + v_{il}d_i^-) \right\} \\ \text{при ограничениях:} \\ f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i, i = 1, 2 \dots m, \\ g_j(x) \leq 0, j = 1, 2 \dots p, \\ d_i^+, d_i^- \geq 0, i = 1, 2 \dots m, \end{cases}$$

где lexmin представляет собой оператор лексикографической минимизации вектора целевых функций.

В рассматриваемой задаче оптимизации резервирования систем широкого класса могут быть классифицированы отдельные подходы к решению задачи целевого программирования на задачи линейного целевого программирования и на подходы к решению задач нелинейного целевого программирования. При этом задачи линейного целевого программирования эффективно решаются с помощью целевого симплекс-метода. В свою очередь подходы к решению задач нелинейного целевого программирования можно классифицировать следующим образом [1 – 3].

1. Подходы, основанные на использовании симплекс метода, такие, как метод сепарабельного программирования, метод аппроксимирующего программирования, методы квадратичного целевого программирования. Основная идея этих методов состоит в преобразовании модели нелинейного целевого программирования в набор аппроксимирующих линейных задач целевого программирования, которые можно решать с помощью целевого симплекс-метода.

2. Подходы, основанные на использовании прямого поиска, в частности модифицированный метод поиска по образцу, модифицированный алгоритм поиска по образцу и градиенту. В этом подходе задача нелинейного целевого программирования преобразуется в набор однокритериальных задач нелинейного программирования, а затем задачи решаются хорошо известными методами поиска для однокритериальных моделей нелинейного программирования.

3. Подходы, основанные на использовании градиентов. В этих методах градиент ограничений определяет допустимое направление, после чего решается задача целевого программирования методом допустимых направлений.

4. Интерактивный подход, который позволяет удовлетворительно решать задачи целевого программирования при относительно небольшом количестве итераций путем включения лица, принимающего решение, в процесс получения решения.

5. Генетические алгоритмы, с помощью которых можно решать широкий спектр задач со сложными нелинейными моделями целевого программирования.

Рассмотренные общие подходы к решению задачи целевого программирования в контексте задач оптимизации резервирования систем в условиях неопределенности требуют на практике своей детализации и исследования с учетом специфики предметной области [1, 2], заданных целевых критериев и ограничений [3 – 8].

Список литературы

1. Фатрелл Р.Т., Шафер Д.Ф., Шафер Л.И. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимальных затратах: пер. с англ. – М.: Вильямс. – 2003. – 1136 с.
2. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы разработки и управления требованиями к программным системам. – М.: Горячая линия-Телеком. – 2009. – 224 с.

3. Лю. Б. Теория и практика неопределенного программирования / Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – 416 с.
4. Таганов А.И., Гильман Д.В. Задачи и методы нечеткого управления рисками программного проекта // Системы управления и информационные технологии. – 2012. – Т. 48, №2. – С. 79-83.
5. Таганов А.И. Анализ и классификация рисков проекта методами нечеткой кластеризации // Информационные технологии моделирования и управления. – 2010. – №4 (63). – С. 455-461.
6. Таганов А.И. Способы построения графических моделей рисков проекта на основе структурно-символьного метода представления // Системы управления и информационные технологии. – 2010. – Т. 40, №2. – С. 43-47.
7. Таганов А.И. Методы идентификации и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. – 2011. – №9. – С. 22-27.
8. Везенов В.И., Таганов А.И., Таганов Р.А. Применение процедуры нечеткого вывода для анализа рисков программного проекта // Системы управления и информационные технологии. – 2006. – Т.24, №2. – С. 34-39.

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕОТХОДАМИ

Абилбек Ж.А.

инженер Лаборатории инженерного профиля РГП на ПХВ
"КГУ им. Коркыт ата", магистр технических наук,
Казахстан, г. Кызылорда

Танжариков П.А.

профессор кафедры «Нефтегазовый инжиниринг» Кызылординского
государственного университета им. Коркыт Ата, к.т.н., профессор,
Казахстан, г. Кызылорда

В статье рассматриваются перспективные способы очистки почв от нефтяных загрязнений. В качестве основного сырья используется рисовая шелуха, которая обладает сорбционной активностью к нефти и нефтепродуктам. Обработка рисовой шелухи биологическим субстратам ведет к иммобилизации ее поверхности. Растительная основа принимает на себя бактерии, и поверхность рисовой шелухи подвергаются биоактивизации.

Ключевые слова: рисовая шелуха, нефтяные загрязнения, биоактивизация, биоактивный препарат, компостирование.

По утверждению американского ученого Х.Беннет для восстановления разрушенного слоя почвы в естественных условиях требуются сотни, тысячи лет. Поэтому необходимо разрабатывать перспективные агротехнические, фитомелиоративные и микробиологические способы очистки почв от нефтяных загрязнений, что способствует ускорению процессов очищения и восстановления почвенного покрова.

Принцип работы компостирования основан на разложении углеводов микроорганизмами, которые в результате своей жизнедеятельности вырабатывают ферменты, окисляющие один или несколько видов углеводов. Конечными продуктами метаболизма являются CO_2 , H_2O , тепло и большое количество биомассы [7].

В экотоксических исследованиях нефтепродуктов большое значение придается поискам регуляторов процесса самоочищения почвы от нефти путем ускоренной ее деградации. На практике к таким регуляторам можно отнести различные отходы растительного и животного происхождения, какими являются опилки, мох, торф, картон, целлюлоза, лигнин, а также некоторые минеральные и органические вещества, служащие питательными субстратами для почвенных микроорганизмов (трансформантов и деструкторов нефтепродуктов) [3,8]. В этой связи необходимо отметить, что различные по биологическому происхождению, химической структуре и составу регуляторы по-разному влияют на скорость трансформации и деструкции нефтепродуктов и рекультивации почвы. Имеются еще одна особенность, по которой вы-

бирают их к использованию. Это их дешевизна и доступность, играющие немаловажную роль на практике.

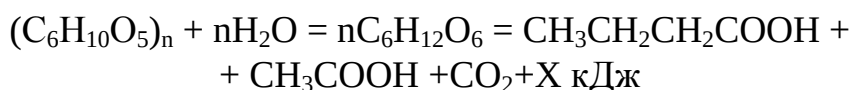
По доступности и дешевизне наиболее перспективным и эффективным деструктором нефти и нефтепродуктов является рисовая шелуха – возобновляемый многотоннажный отход рисоводства. В этой связи нам представлялась целесообразным использование рисовой шелухи в качестве регулятора процесса самоочищения почвы от нефтепродуктов. Для этого испытывались два типа продукта: первый – это рисовая шелуха в смеси с другими наполнителями (навоз, семена дикорастущих растений и т. д.); второй – биокомпост на базе рисовой шелухи [1].

Предложена следующая схема производства биопрепарата. Рисовая шелуха, выбранная в качестве основного сырья, обладает сорбционной активностью к нефти и нефтепродуктам. Обработка рисовой шелухи биологическим субстратам ведет к иммобилизации ее поверхности. Растительная основа принимает на себя бактерии и поверхность рисовой шелухи подвергаются биоактивизации.

Нами разработана технология получения биоактивного препарата на основе местного сырья (рисовой шелухи, куриного помета и пищевых отходов) биопрепарат получается путем специальной обработки сырья в малогабаритных модульных установках, что делает возможным получение его непосредственно в регионе (на месте потребителя). Биологическая активность препарата обеспечивается иммобилизацией поверхности рисовой шелухи адаптированными культурами бактерий-деструкторов. В качестве которых выступают почвенные гетеротрофные микроорганизмы преимущественно из родов: *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Corynebacterium*, *Nocardia*, которые относятся к группе углеводородоокисляющих бактерий и могут использовать углеводороды нефти в качестве источника питания как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Вследствие этого почвенные бактерии моментально реагируют на нефтяное загрязнение почвы и отвечают повышением валовой численности и усилением активности. Численность этих микроорганизмов в загрязненной почве достигает порядка 10-10 кл/г почвы [4].

Важное достоинство анаэробной ферментации – возможность использовать остаток (шлам) органического вещества, образующегося в метантенках, как органические биоудобрения. Анаэробная технология привлекательна еще и тем, что ее сырьевую базу можно считать неограниченной.

Под влиянием фермента клетчатка целлюлозы гидролизуетсся с образованием промежуточных соединений типа глюкозы и целлобиозы. Последняя под действием фермента переходит в глюкозу, которая подвергается дальнейшим превращениям по типу маслянистого брожения с образованием масляной, уксусной, янтарной, молочной и муравьиной кислот, водорода, углекислого газа и иногда спирта, с освобождением не большого количества энергии. Процесс последовательного расщепления клетчатки можно выразить по схеме:

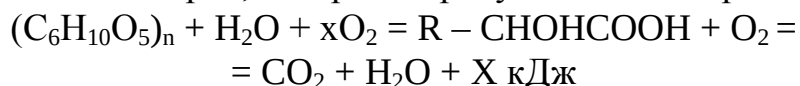


В накопительной культуре помимо указанных продуктов брожения обнаруживается метан (CH₄).

Возбудителями анаэробного разложения клетчатки являются мезофильные и термофильные микроорганизмы, относящиеся в своем большинстве к роду *Clostridium*.

Аэробное разложение клетчатки. Протекает хорошо аэрируемых слоях почвы. Здесь она разлагается аэробными микроорганизмами, вовлекаясь в общий кругооборот углерода в природе. Особенно много аэробных организмов, разлагающих клетчатку, в окультуренных пахотных почвах, удобренных, навозом.

Общая схема аэробного разложения клетчатки сводится к тому, что под влиянием фермента целлюлозы, выделяемого микроорганизмами, происходит гидролиз клетчатки до образования водорастворимых углеродистых соединений, возможно сахаров, которая в присутствии кислорода окисляется:



Образующиеся оксикислоты является хорошим энергетическим материалом для групп азотофиксирующих бактерий почвы, а уроновые кислоты участвуют в образовании гумуса.

В аэробном разложении клетчатки принимают участие многие виды плесневых грибов (*Aspegillus*, *Penicillium*, *Clodospoeium* *Botrytis*, *Fusarium*) актиномецеты и бактерий. Наиболее энергетичными разрушителями являются бактерий.

Лабораторные опыты по деструкции нефтепродуктов в почве проводили с пробами, отобранными из нефтезагрязненных участков месторождений Кумколь. Исследуемая нефтезагрязненная проба почвы представляла собой темно-коричневого цвета с резким неприятным запахом нефтепродуктов.

Исследуемые навески пробы почвы смешивали в различных соотношениях с рисовой шелухой с тем, чтобы оценить аэрирующей эффективности почвы в результате разрыхления ее наполнителем (шелухой)[6]. Смесь почвы с шелухой смачивали водой для того, чтобы создать благоприятное условие для равномерного смешения компонентов, так как тесный и равномерный контакт почвы с шелухой способствует интенсивной деградации (разрушения) нефтепродуктов.

Результаты серии опытов показывают, что во всех вариантах экспериментов по мере истечения времени и перемешивания загрязненная почва постепенно теряла запах нефтепродуктов и соответственно ее цвет становился светлее. Во всех вариантах опыта без исключения через 2-3 недели почва полностью просветлела, а запах вовсе исчез. Эти визуальные и качественные показатели свидетельствуют в пользу того, что рисовая шелуха является прекрасным наполнителем загрязненной почвы, способствующей к интенсивной

деградации нефтепродуктов. Рисовая шелуха, создавая воздушного пространства внутри почвы способствует интенсивному окислению нефтепродуктов кислородом воздуха. Таким образом, в интенсивном окислении и деградации нефтепродуктов главную роль играет рисовая шелуха за счет аэрирования внутренней пласты загрязненной почвы.

Интенсивность деградации нефтепродуктов в почве главным образом зависит от количества рисовой шелухи, времени перемешивания, глубины аэрации почвы, температуры среды и т. д. При этом интенсивность деградации нефтепродуктов повышается по мере увеличения доли рисовой шелухи в составе почвы за счет увеличения пористости последней и т.д. К интенсивности окисления, следовательно, деградации нефтепродуктов также положительно влияет и частота перемешивания почвы за счет дополнительной доставки кислорода воздуха в нижние слои загрязненной пласты.

При этом в нефтезагрязненные почвы наряду с рисовой шелухой вносятся навоз, семена дикорастущих растений и другие наполнители, способствующие восстановлению растительного покрова почвы. Необходимо отметить, что рисовая шелуха в силу ее устойчивости к разрушению долгое время сохраняется в пластах почвы, создавая условия порообразования и накоплению в них воздуха и влаги. В свою очередь накопления влаги и воздуха в загрязненных почвах способствует восстановлению растительного ее покрова. Наличие в составе наполнителя навоза, органических и минеральных удобрений наряду с семенами дикорастущих растений создают также благоприятные условия для восстановления растительного покрова почвы и ускоренной деградации нефтепродуктов.

Изложенный метод рекультивации нефтезагрязненных участков месторождений Кумколь является наиболее простым и доступным в пустынных условиях. Однако, наряду с этим имеется еще наиболее перспективное направление очистки почвы от нефтепродуктов путем разрушения их с помощью микроорганизмов, использующих нефтепродукты в качестве питательной среды и, следовательно, разлагающие углеводородные сырье на углекислый газ и биомассу. Методы рекультивации нефтезагрязненных участков с использованием рисовой шелухи и биокомпоста на основе той же рисовой шелухи по части их внесения и обработки почвы ни чем не отличаются. Отличается лишь в получении биокомпоста путем предварительного биоразрушения рисовой шелухи с использованием целлюлозо-разрушающих почвенных аэробных и анаэробных микроорганизмов.

Компостирование рисовой шелухи проводили в пластмассовой бочке объемом 200 литров с плотно закрывающейся крышкой. Для получения биокомпоста бочку заполняли на 2/3 объема рисовой шелухой, затем заливали водой [5]. В бочку вносили также предварительно заготовленные (культивированные) почвенные целлюлозоразрушающие микроорганизмы. Содержимое бочки тщательно перемешивали и закрывали ее крышкой, тем самым создавая анаэробную среду для биоразложения. Процесс брожения начинается

через неделю и компостирование рисовой шелухи заканчивается в течение 2-2,5 месяца. Процесс компостирования сопровождается с интенсивным выделением углекислого газа, который периодически выпускается перемешиванием биомассы. В целях интенсификации процесса брожения рисовой шелухи в бочку вносили в незначительном количестве навоз и куриный помет [2].

Процесс брожения рисовой шелухи сопровождается образованием трех фаз: жидкая, газообразная и твердая. Жидкая – это органические кислоты, газообразная -углекислый газ и твердая –биомасса. Компостирование массы проводили как в анаэробных, так и аэробных условиях. При этом из общей массы смеси 80% переходит в биомассу.

Опыты проводились в летний период времени, поэтому процесс биоразрушения нефтепродуктов шел интенсивно из-за высокой температуры (35⁰С) окружающей среды. Ускоренному восстановлению почвы способствовало частое перемешивание массы.

В целях восстановления и рекультивации загрязненных и засоленных участков нами использовался биокомпост. Как основной компонент, необходимый для биоразрушения нефтепродуктов. Однако на практике в процессе рекультивации нефтезагрязненных участков в смеси с биокомпостом используются пищевые отходы, образующие в вахтовых поселках нефтяников.

Список литературы

1. Бурханов Б.Ж. Ногаев Ш.Н., Кунбазаров А.К. Восстановление нефтезагрязненных почв с использованием рисовой шелухи. Алматы, Нефть и газ, 2004, №3 (33).
2. Бурханов Б.Ж. Ногаев Ш.Н., Кунбазаров А.К. Компостирование и замазученных грунтов. Вестник КарГУ, Караганда, 2005, №1.
3. Копотинов Л.Н., Морщакова Г.Н. Биологическая деструкция нефти и нефтепродуктов, загрязняющих почву и воду// Биотехнология, 1998, №1, с.85
4. Ручкина О.И., Калинина Е.В., Луцук О.Н., Сальникова О.И. Экспериментальные исследования по рекультивации нефтезагрязненных земель в условиях Западного Урала// Образование и наука – производству. Сборник научных трудов. – Пермь, 2001. – С.19-24.
5. Танжарыков П.А., Жумагулов Т.Ж., Абжаев М.М., Сакитжанов М.Ш. Разработка технологии использования нефтеотходов, при подготовке топливных брикетов. Материалы международной научно-практической конференции посвященной запуску 1 искусственного спутника Земли. Киев-Кызылорда 2012. – С.80-84.
6. Танжарыков П.А., Жумагулов Т.Ж., Бурханов Б.Ж. Нейтрализация нефтяных разливов с помощью рисовой шелухи // Поиск. - 2006. - №3. - С.142.
7. Танжарыков П.А., Сарабекова У. Методика определения оптимального состава гидроизоляционных материалов изготовленных на основе нефтеотходов // Современные наукоемкие технологии. – 2012. -Италия, №7.
8. Хлестин Р.Н., Самойлов Н.А. О ликвидации разливов нефти при помощи растительных отходов. Нефтяное хозяйство. 2000, №7, С.89.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА УЧИТЕЛЯ НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»

Богодухова Н.А.

студентка кафедры прикладной математики и информатики НИУ «БелГУ»,
Россия, г. Белгород

Мигаль Л.В.

доцент кафедры информационных систем управления НИУ «БелГУ»,
к.ф.-м.н., доцент,
Россия, г. Белгород

В статье рассмотрен новый подход к разработке и использованию автоматизированного рабочего места учителя на основе платформы «1С: Предприятие».

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место, 1С: Предприятие, модель IDEF0.

В настоящее время в школах стало обязательным ведение электронного дневника учащихся и переход на электронные журналы. Очевидно, что рабочее место учителя, как никогда, нуждается в автоматизации, которая позволит учителю увеличить производительность труда, повысить эффективность работы с документами и ускорить обмен управленческой информацией [1].

Сегодня существует множество программных приложений, позволяющих повысить качество и ускорить работу учителя, в том числе и на базе «1С: Предприятие», представляющее собой систему прикладных решений, построенных по единым принципам и на единой технологической платформе. С помощью системы программ 1С можно создать условия для поиска, фильтрации и сортировки информации, которые используются учителем в учебном процессе.

Перед тем как сформировать требования к разрабатываемой подсистеме автоматизации, следует разобраться с технологией процесса работы учителя и создания отчетов для родителей, учеников и руководства школы.

Входной информацией будет успеваемость за предыдущий и текущий периоды обучения и типы будущих работ. На выходе будут отчеты по успеваемости, электронный журнал, ведомости по пропускам. Описанные выше процессы представлены в виде графической модели IDEF0 (рис.1) [2].

При более детальном рассмотрении процесса работы автоматизированного места (АРМ) учителя можно выделить шесть стадий в общем процессе выполнения обязанностей:

1. Календарное планирование, которое позволяет учителю планировать заранее уроки, контрольные, самостоятельные и другие виды работ.
2. Мониторинг качества обучения, который позволяет проследить за успеваемостью каждого ученика.

3. Анализ контрольных и самостоятельных работ, который дает возможность следить за успеваемостью, как отдельного ученика, так и всего класса.

4. Электронный журнал, который позволяет отслеживать все оценки учащегося, что упрощает задачу при выставлении оценки за четверть или годовой оценки.

5. Оценки в совокупности по классу для классного руководителя. Данная функция предоставляет собой отчет о каждом ученике. Такая возможность уменьшает затрату времени учителя на подготовку к различным точкам контроля обучения и даст полную характеристику успеваемости ученика.

6. Пропуски уроков.

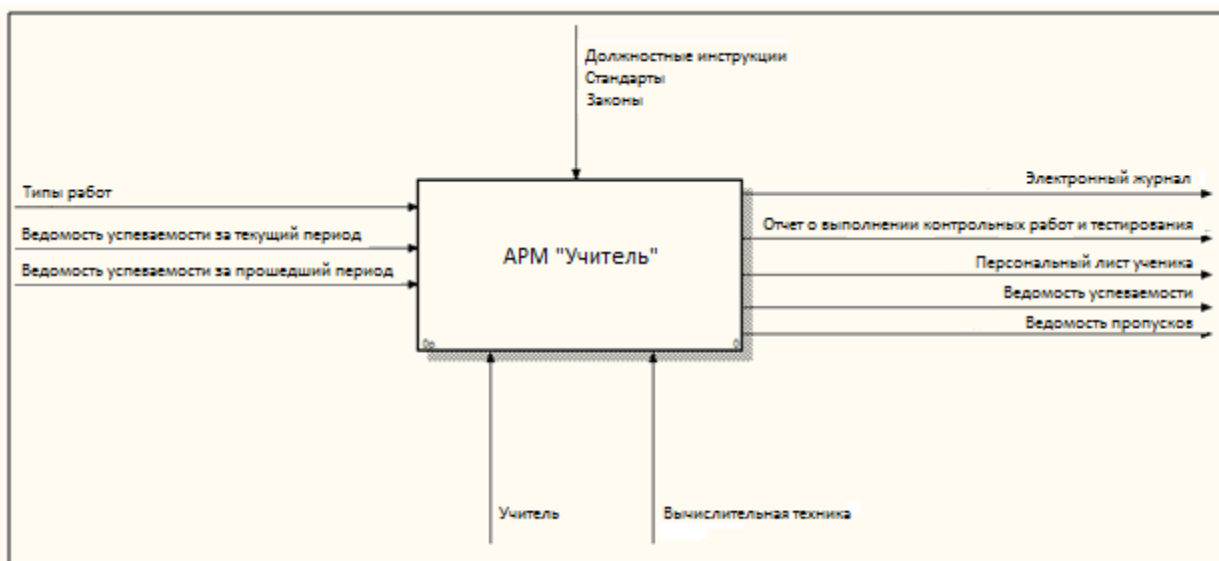


Рис. 1. Контекстная модель АРМ «Учитель»

Более наглядно стадии деятельности учителя представлены на диаграмме декомпозиции модели в виде IDEF0 (рис.2).

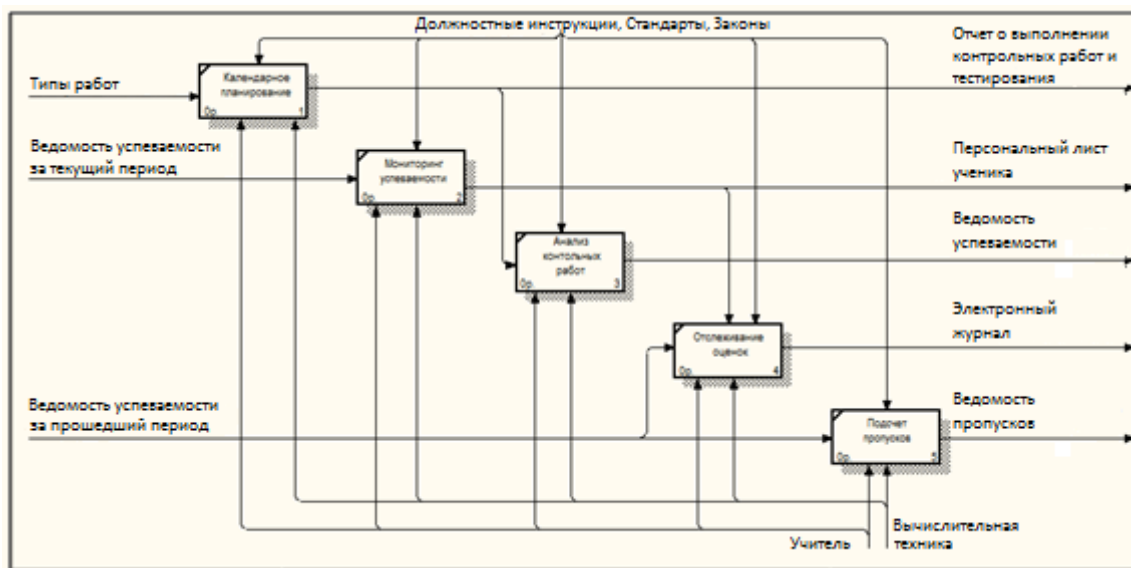


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции АРМ «Учитель»

К разрабатываемой подсистеме АРМ «Учитель» предъявлены следующие требования:

1) система должна обеспечивать многопользовательский доступ к базе данных в реальном времени, для получения результатов по запросам и отчётам с последующей распечаткой на бумажный носитель;

2) настройка подсистемы должна быть доступна только учителю, также она должна обеспечивать легкость редактирования личных данных учеников, форм документов, электронного журнала, ведомостей и ввода первичной информации;

3) интерфейс системы должен быть интуитивно понятен.

Одним из главных требований перед разрабатываемой подсистемой, должно быть то, чтобы сведения об учениках, их успеваемости и пропусках, находились в базе данных как можно более в наглядном виде и полном объеме. Для этого в подсистеме был создан ряд справочников и перечислений для хранения этих данных (рис. 3).

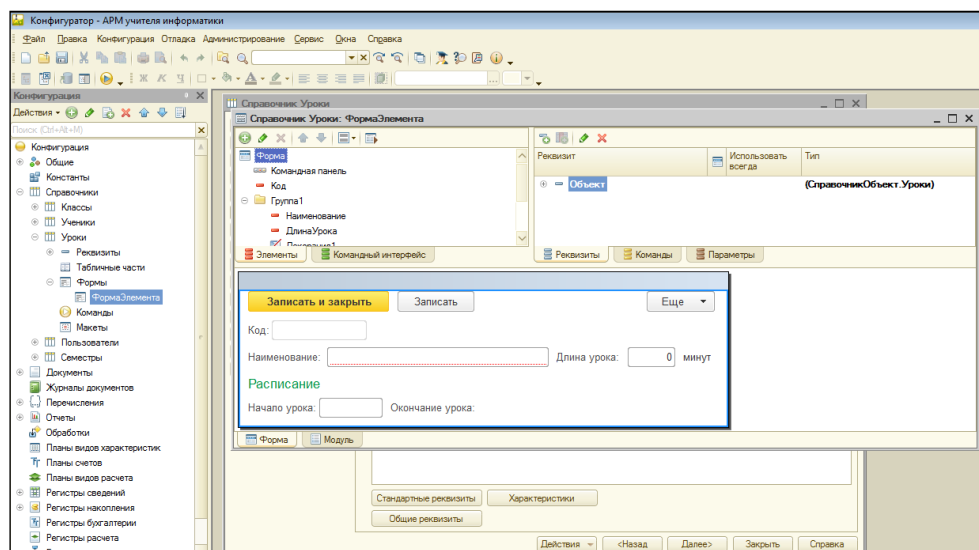


Рис. 3. Пример справочника «Уроки»

Первичным документом, с помощью которого учитель составляет календарное планирование занятий, является документ «Планирование», он состоит из следующих реквизитов: Класс, Урок, Вариант 1, Вариант 2, ВидУрока, Период, Ответственный. Для ввода данных реквизитов была разработана форма документа «Планирование» (рис.4).

Одним из самых требуемых и необходимых элементов на рабочем месте учителя являются отчеты. В данной подсистеме предлагается несколько вариантов отчетов (рис. 5, 6).

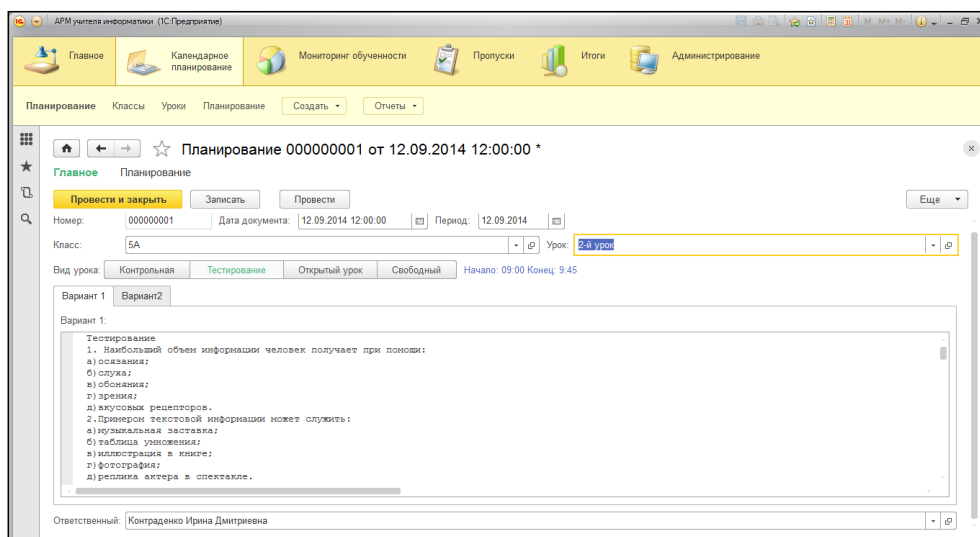


Рис. 4. Пример планирования тестовой работы

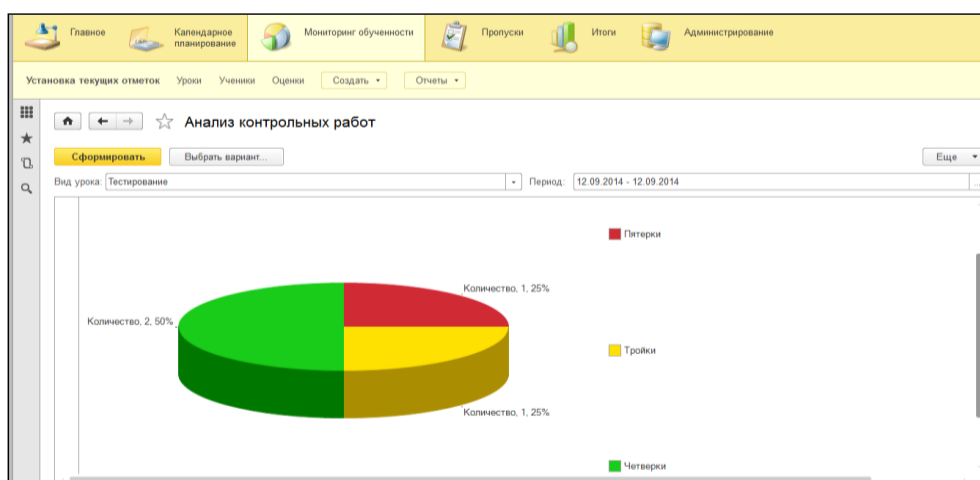


Рис. 5. Анализ контрольных работ

Класс	Ученик	Процент посещаемости	Количество пропусков	Всего уроков
5А	1. Аллайников Алексей Владимирович	100	1	1
	2. Боник Сергей Викторович	100	1	1
	3. Федорова Светлана Игнатьевна	100	1	1
	4. Чебанов Анастасия Владимировна	100	1	1
	5. Шихалеева Мария Ивановна	100	1	1
Итого			5	5

Рис. 6. Расчет пропусков

Внедрение автоматизированной подсистемы АРМ «Учитель» на базе «1С: Предприятие» обеспечит повышение эффективности и качества работы учителя. Также приоритетность в автоматизации работы учителя и доказанная гибкость разработанной подсистемы дают преимущества при её использовании в системе образования в целом.

Список литературы

1. Зайцева, Т.В. Электронный портфолио как новая образовательная технология [Текст] / О.П. Пусная, Н.П. Путивцева, С.В. Игрунова, Е.В. Нестерова// Вестник Тульско-

го государственного университета. Серия Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных дисциплин. – 2011. – № 10-2 (10). – С. 86-91.

2. Романова, Ю.Д. Информационные технологии в менеджменте (управлении): учебник и практикум / под общ.ред. Ю.Д. Романовой. – М. : Изд. Юрайт, 2014. – 478 с.

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ОДНОСТРАНИЧНЫХ ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЙ

Бодров М.Ю.

магистр СГА (Современная гуманитарная академия),
Россия, г. Москва

Наиболее часто открываемым приложением на компьютере или планшете является веб-браузер. За последние 10 лет, веб приложения выполняемые в браузере стали обыденностью и способны выполнить 90% пользовательских задач, которые исторически выполняли прикладные программы

Ключевые слова: web приложение, JavaScript, html, Angular, ReactJS, TypeScript, браузер.

За последние годы идет широкое распространение одностраничных веб приложений, работающих без перезагрузки страницы. Среди примеров можно выделить такие сервисы как Evernote¹, YouTube² и даже браузерные версии клиентов социальных сетей Facebook, Twitter, Linkedin, Вконтакте работают как Single Page Application³.

На сайте YouTube через браузер можно выполнять простейшие действия по монтажу своего видеоролика, такие как обрезка, крон, цветокоррекция и наложение субтитров. В начале 2000х даже для таких простых операций, пользователю необходимо было устанавливать специальное программное обеспечение. В популярном фото-хостинге Instagram есть возможность редактировать фото и в несколько кликов добавлять различные эффекты. Раньше для этого требовался Photoshop или другой графический редактор установленный на компьютере.

Front-end⁴ разработка настолько усложнилась, что начали появляться множество библиотек и фреймворков для ускорения разработки. Еще лет 5 назад для быстрого написания Front-end для типичного сайта было достаточно подключить библиотеку jQuery⁵. Она предоставляет удобные средства для работы с DOM⁶, Ajax⁷. До появления Single Page Application, большего и не требовалось.

¹ Evernote – веб-сервис и набор программного обеспечения для создания и хранения заметок.

² Видеохостинг

³ Single Page Application – веб приложение состоящее из одной страницы

⁴ Front-end – интерфейс взаимодействия между пользователем и back-end

⁵ jQuery – популярная JavaScript библиотека

⁶ Document Object Model — «объектная модель документа»

⁷ AJAX – подход к построению интерактивных пользовательских интерфейсов веб-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с веб-сервером.

В настоящее время существует несколько популярных и весьма мощных веб фреймворков, позволяющие очень быстро писать приложения. Angularjs один из самых популярных JavaScript фреймворков, поддерживаемый компанией Google. Фреймворк исповедует декларативный подход к разработке. Все операции с DOM, биндинг объектов, сетевые запросы реализованы внутри фреймворка. Разработчик сосредотачивается на бизнес логикой своего приложения, а не над «низкоуровневыми» операциями.

Angular расширяет синтаксис HTML¹, позволяя записывать в него выражения и даже писать в нем логику (рекомендуется писать лишь простую логику в шаблоне, которая имеет прямое отношение к выводу содержимого). Помимо этого Angular адаптирует и расширяет традиционный HTML, чтобы обеспечить двустороннюю привязку данных для динамического контента, что позволяет автоматически синхронизировать модель и представление. В результате этого, Angular уменьшает роль DOM-манипуляций и упрощает тестирование [1].

Фреймворк Angular был спроектирован с убеждением, что декларативное программирование лучше всего подходит для проектирования пользовательских интерфейсов и описания программных компонентов, в то время как императивное программирование прекрасно подходит для описания бизнес-логики.

Двустороннее связывание данных является наиболее примечательной особенностью. Это уменьшает количество кода, освобождая сервер от работы с шаблонами. Angular следит за изменениями в модели и изменяет блок HTML-выражения в представлении через контроллер. При этом любые изменения в представлении отражаются в модели.

Еще один популярный фреймворк, начавший набирать популярность в 2014 году – это ReactJS. Он был разработан в компании Facebook и в отличие от Angular не является единым комбайном для работы с представлениями, моделью и контроллером. React построен на парадигме реактивного программирования. Его подход предлагает описывать данные в виде набора утверждений и формул. Изменение одного из параметров ведёт за собой автоматический пересчёт всех зависимостей.

Наиболее узким местом в производительности пользовательского интерфейса является DOM. Любые обращения к дереву DOM, даже если его не изменять, требуют больших ресурсных затрат. Для оптимизации, ReactJS использует виртуальный DOM. Он составляет дерево элементов для нужного представления и перерисовывает только те элементы, где были реально изменены данные.

Помимо использования современных фреймворков, многие разработчики применяют языки, которые компилируются в JavaScript. Когда разрабатывался JavaScript, еще никто не мог предположить, что он получить столь широкое распространение. В языке отсутствуют многие привычные для многих программистов вещи, такие как классы, модули, строгая типизация.

¹ HTML – стандартный язык разметки документов во Всемирной паутине.

Все эти проблемы решены в новой версии EcmaScript¹ 6, но ее пока еще слабая поддержка браузерами не позволяет использовать в продакшене². TypeScript проект компании Microsoft, язык обратно совместимый с JavaScript и дополняющий еще классами, интерфейсами, строкой типизацией и модулями.

Можно с уверенностью сказать, что современные веб приложения могут полностью заменять собой прикладные приложения. Взять хотя бы набирающие популярность хромбуки³, где основное приложение – это браузер Chrome.

Список литературы

1. Павел Козловский, Питер Бэкон Дарвин. Разработка веб-приложений с использованием AngularJS. 2014. – 394с.

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ CMS ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТУДЕНТАМИ В ВУЗЕ

Василев Д.В., Иванова Д.С.
консультанты РамСофт ЕОД,
Болгария, г. Добрич

Василева С.Ж.
доктор, гл. ас. Училище компьютерных наук Высшее училище менеджмента,
Болгария, г. Добрич

В докладе представлен двухлетний опыт использования систем управления содержимым студентами и поддержки со стороны преподавателей созданного образовательного сайта обслуживающего студентов специальности „Информатика и информационные технологии”. Рассматриваются возможности систем управления содержимым Moodle и WordPress, которые не только популярны и доступны, но и с их помощью можно легко создать образовательный сайт для дистанционного обучения.

Ключевые слова: системы управления контентом, образовательный web сайт, Moodle, WordPress.

В университетах, колледжах и всех видов высших училищ существует практика чтобы каждая группа имела своего старосты. Основная функция старосты – быть связующим звеном группы и руководством/инспектором учебного отдела. Одна из обязанностей старосты группы – сводить информацию от академического руководства (учебного отдела) относящейся его коллег. Такой информацией может быть информация с карьерного центра, информация об университетских проектах, о межуниверситетском обмене или о предстоящих событиях/мероприятиях и т.д.

¹ ECMAScript – встраиваемый расширяемый не имеющий средств ввода-вывода язык программирования, используемый в качестве основы для построения других скриптовых языков.

² Prodaction – версия сервера или ПО доступного конечному потребителю.

³ Chrome book – серия ноутбуков компании Google с установленной Google Chrome OS.

Стоит вопрос о том, как свести информацию к студентам группы. Есть несколько способов, которыми может воспользоваться староста:

- Лично сообщить каждому в тот же день (это в нынешнее время, когда у каждого есть сотовый телефон самый простой способ)

Преимущества: информация сообщается лично – есть личный контакт и можно спросить если соответствующему студенту что-то не понятно или нужно уговориться или принять решение и дать ответ.

Недостатки: возможно придется информацию повторить несколько раз, чтобы донести ее к каждому, или кто-то из студентов не получит важную для него информацию из-за того, что отсутствует в тот день.

- С помощью социальных сетей

Преимущества: информацию сообщают только раз.

Недостатки: не у всех студентов имеется профиль в одной и той же социальной сети. Есть и студенты, которые вообще не имеют свою страницу. Не каждый хочет добавить своих коллег в друзья в социальной сети. Информация распространяется в потоке и нельзя категоризировать ее.

- Создать *web* сайт группы

Этот способ не очень популярный среди студентов обучающихся по нетехническим специальностям (специальности, где учебные дисциплины как информатика и информационные технологии не являются обязательными). Однако набирающие „скорость” среди „непрофессионалов” в *web* программировании **системы управления содержимым** (*Content Management Systems – CMS*) [2] и [3], могут оказать огромную помощь и студентам непрограммистам, а также и сделать их обучение ж ВУЗ-е более интересным и „богатым”.

В докладе рассматривается создание *web* сайта группы студентов (обучающихся по специальности Информатика и информационные технологии). *Web* сайт создан по идее старосты группы и поддерживается в основном им. Идея нравится всей группе, а также и всем преподавателям в Колледже, которые предоставляют свои учебные материалы: лекции, упражнения и книги. *Web* сайт состоит из двух частей:

Информационная часть – информационный *web* сайт реализован средствами *CMS WordPress* [5]. Адрес сайта – www.iit13.eu.

CMS WordPress бесплатная программная система (ПС) с открытым кодом (*open source*), которую можно использовать для блогов и как систему управления содержимым. Эта ПС реализована средствами *PHP*, а для базы данных использован *MySQL*. *WordPress* имеет самые разные сферы приложения – от личных блогов до сложных ресурсов новостей и даже для реализации интернет-магазинов. Интегрированная система „тем” и „расширений”, и хорошая архитектура этой *CMS*, позволяют проектирование и конструирование самых разных проектов. На данный момент *WordPress* одна из самых популярных *CMS*. Такие *web* сайты как сайты фестивалей, блогов банков, хостинг провайдеров, кулинарных сайтов, сайтов школ, общин и др. Системные требования не отличаются существенно от других популярных *CMS*, как к примеру *Joomla!*, *Drupal*. Для инсталлирования

WordPress достаточно иметь свой хостинг с *PHP* версии 5.2.4 или выше и *MySQL* версии 5.0.15 или выше. На сегодняшний день такой хостинг имеет доступную цену (можно приобрести за 25 евро в год). Если староста/группа не хотят купить хостинг, то можно использовать бесплатный хостинг, предоставляемый некоторыми компаниями ученикам и студентам (В Болгарии SuperHosting.bg является таким примером).

По отношении безопасности можно предпринять некоторые меры в целях предотвращения прорыва в систему. Например с помощью:

- задания прав на файлы;
- запрет на поисковые роботы и плохие боты, чтобы не было спама;
- использование SSL криптированной связи через SFTP.

Приставка *iThemes Security* (бывшая *Better WP Security*) объединяет в себе почти все из вышеупомянутых мер.

Поддержка WordPress

- Ядро *WordPress* обновляют довольно часто. Бесплатная и с открытым кодом *WordPress* дает возможности каждому, кто интересуется программировать ее в зависимости от своих предпочтений.

- В *WordPress* имеется богатый выбор расширений. Большая часть из них обновляется часто. С их помощью можно устранять ошибки. Обновление приставок делается легко – в списке с добавками (рис. 1) нужно нажать на кнопку „обновление“.

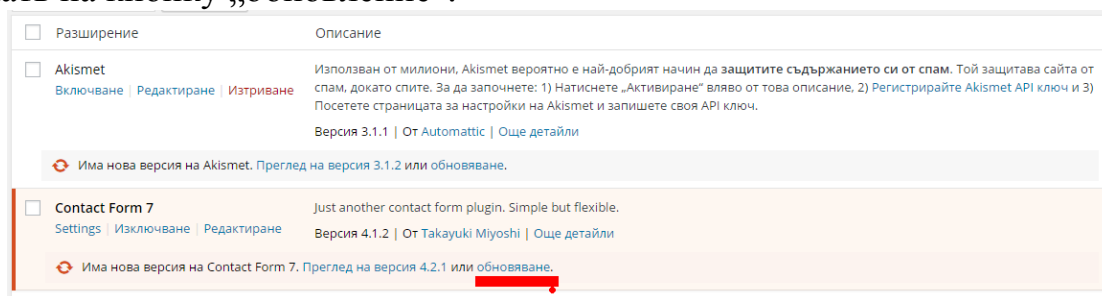


Рис. 1. Список установленных расширений в *WordPress* сайте группы

- *WordPress* поддерживает современные средства для встраивания, к примеру чтобы встроить клип из *YouTube* достаточно в странице/статьи поставить ссылку на видео.

- *WordPress* легко администрировать – панель администратора максимально упрощенный, что позволяет несколькими „движениями“ сделать первоначальные настройки.

- С *WordPress* легко публиковать – редактор в *WordPress* вида WYSIWYG (*What You See Is What You Get*). Это очень удобно студентам, без опыта в *HTML* программировании.

Инсталляция *WordPress* легка: Есть несколько основных шагов – перебросить инсталляцию *WordPress* на хостинг, создать базу данных, инсталлировать. После инсталляции *WordPress*, нужно сделать несколько настроек. Одна из них – ограничения доступа к сайту (это можно реализовать с помощью приставки *Password Protect WordPress*. Ее можно скачать с сайта *WordPress* (адрес: <https://wordpress.org/plugins/password-protect-wordpress>).

Настройку приставки можно сделать с помощью меню *Private Blog* из главного меню. Нужно платить за приставку, но есть и несколько основных настроек, которые являются бесплатными. Такими являются Активация пароли, указать пароль и активация/деактивация обновлений. Эти опций вполне хватает в рамках одной группы. Если есть желание брэндировать начальную страницу (для входа в сайт) нужно заплатить лицензию. В нашем случае (рис. 1 и рис. 2) для брэндирования начальной страницы, администратор поменял изображение лого в *FTP* сайта. (картинку с лого можно найти в директорию */wp-content/plugins/password-protect-wordpress/skins/defaultcustom/static/images*, имя файла – *logo.png*).



Рис. 2. Вид сайта iit13.eu до ввода пароля

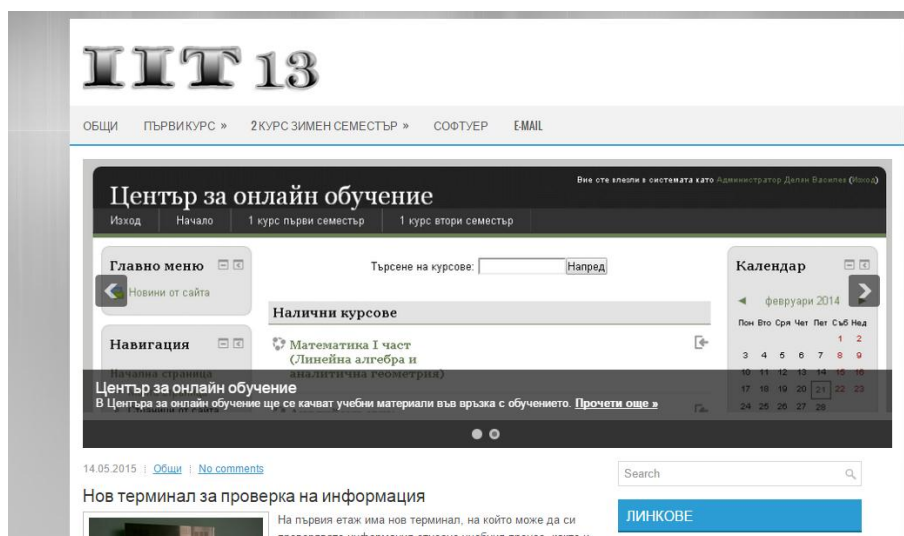


Рис. 3. Вид сайта iit13.eu после ввода пароля и вхождение в сайт

Послед входа в сайт пользователь видит поток новостей и сообщений (рис. 3). В главном меню указаны категории новостей. Это позволяет пользователю увидеть только определенные новости. Эта опция недоступна в социальных сетях. Кроме потока новостей на сайте можно найти информацию о проектах, в которых студенты могут подключиться. Благодаря позиции старосты, студенты группы могут приобретать бесплатно программное обеспечение (ПО) компании *Microsoft* по программе

DreamSpark. Студенты могут приобретать по другому проекту и ПО с *autodesk.com*. А также и получить *E-mail* по проекту *Office365*.

Учебная часть (Библиотека). Вторая часть *web* сайта реализована с помощью системы управления учебного контента *Moodle*. Адрес сайта <http://coo.iit13.eu>.

Moodle бесплатная *open-source* система электронного обучения разработанной на *PHP* и исключительно популярна благодаря разнообразным возможностям, которые предлагает администраторам электронных курсов и преподавателям. [4] Система разделена на курсы, при этом у каждого курса свои студенты и преподаватели (*Moodle* поддерживает тысячи курсов). В курсе публикуются разнообразные материалы, есть форумы, в которых могут участвовать студенты и преподаватели. *Moodle* имеет простой, легкий *web*-интерфейс, совместимый с различными браузерами. Можно оформлять тесты, анкеты, задачи, чьи ответы публикуются online студентами, уроки с вопросами для самоконтроля в конце, чат, систему для оценивания и всевозможных других уелснений для электронного обучения. [1] и [4]

Инсталлировать *Moodle* немножко труднее чем *WordPress*. Как и *WordPress* можно инсталлировать на предоставляемый хостинг. Требования для инсталляции *Moodle* – *PHP* версия 5.5 или выше, а также должен быть активирован *opcache*.

После инсталляции „пустого” сайта нужно сделать некоторые настройки:

- ограничение доступа. Это осуществлено путем создания для всех студентов группы *E-mail* с окончанием *@iit13.eu*, и с администраторского панеля сайта указано, что только пользователи у кого *E-mail* к домейну *iit13.eu* могут делать регистрацию на сайте.

- после ограничения доступа к сайту можно упростить требования к паролям пользователей. По умолчанию *Moodle* требует чтобы пользовательские пароли имели не менее 8 символов, среди них не менее 1 главной буквы, 1 прописной буквы, 1 цифры и 1 другого символа. Это можно сделать из Администрирование сайта / Безопасность / *Site policies*.

Вид начальной страницы созданной учебной части сайта группы показан на рис. 4.

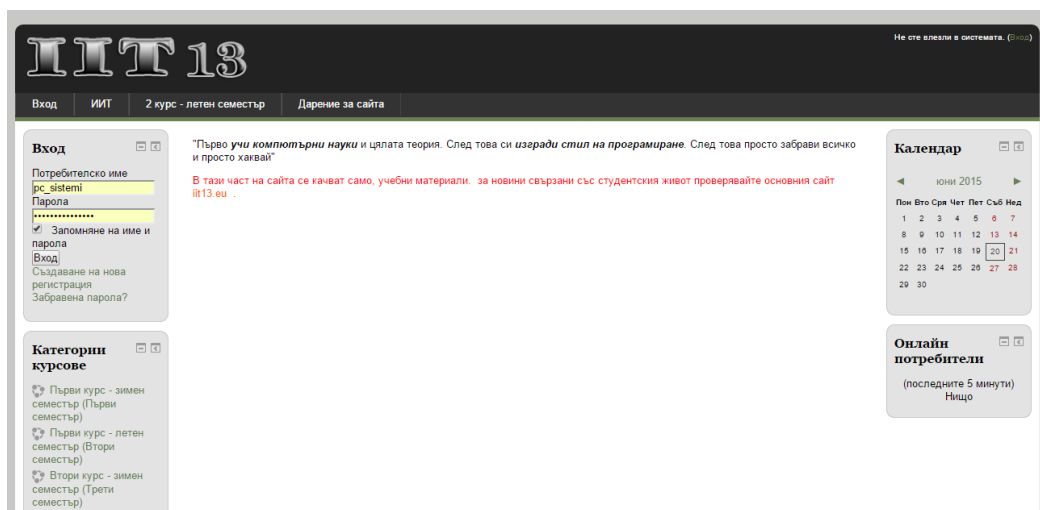


Рис. 4. Начальная страница сайта соо.iit13.eu

Когда создаем учебную часть сайта группы желательно создать единую систему курсов. К примеру можно создать по умолчанию новые курсы. Это можно сделать из Администрирование сайта / Курсы / Настройки курса по умолчанию. Можно указывать для нового курса быть видимым или нет. Можно определять и: форму курса – тематический, недельный и др.; максимальное число секций (темы или недели) курса; расположение курса (все секции на одной странице или каждая секция чтобы была на отдельной странице). Можно настраивать внешний вид, параметры устанавливаемых файлов и др. [1]

В Moodle можно создать категории и курсы. Обязательно до начала их создания на сайте оформить структуру курсов на бумаге. В нашем случае сайт имеет следующую структуру: *семестр* это категория, а учебные *дисциплины* – курсы (рис. 5), как это сделано в [1].

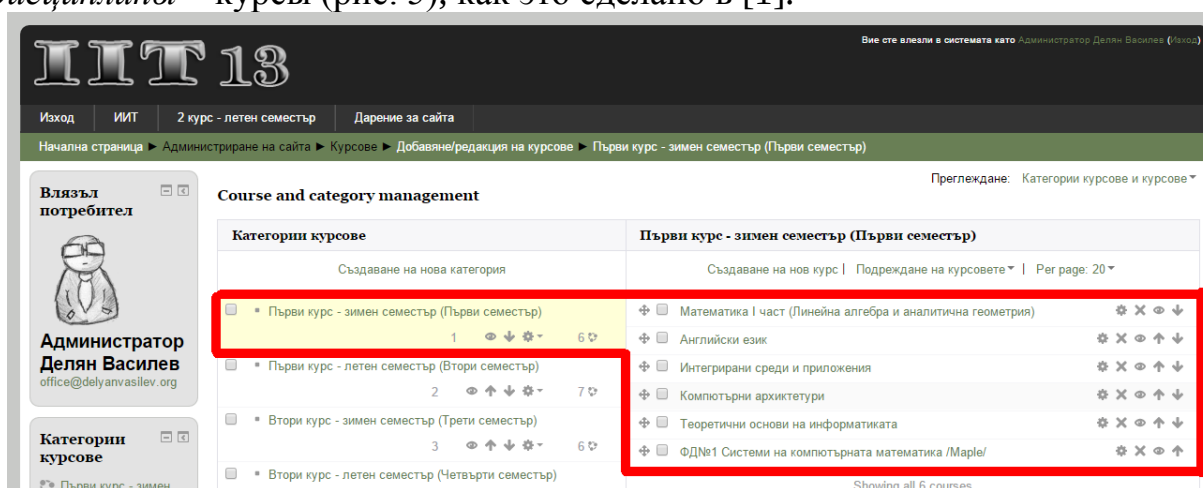


Рис. 5. Категория (семестр) с курсами (изучаемые дисциплины) к ней

После того как курс создан, его следует заполнить информацией (учебными материалами). Это можно сделать включив редактирование курса (нажимая на кнопку „Включить редактирование“ в верхнем правом углу рис. 6).

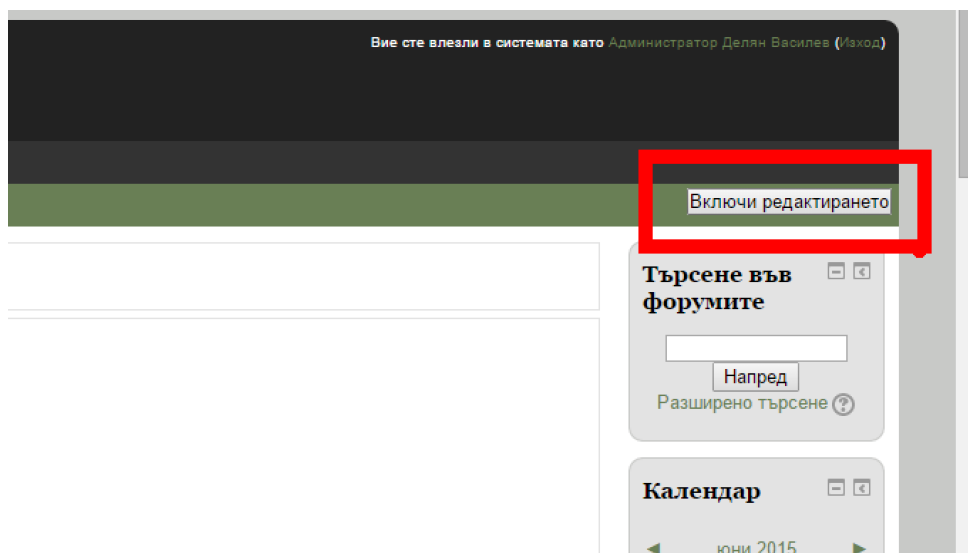


Рис. 6. Разрешение на редактирование курса

Структура курса в учебной части сайта следующая (рис. 7):

В первой секции – общая информация об учебной дисциплине: Название дисциплины, лектор, ассистент, информация для связи с соответствующим преподавателем, хорариум и др.

Следующие секции представляют собой библиотека учебных материалов из разных источников записки лекций, учебные материалы по дисциплине, свободно распространенные в Интернете, учебные материалы связанных с данным курсом присоединенные из других курсов (рис. 8). В некоторых курсах есть и дополнительная информация о критериях оценивания курсовых работ, заданий и др.

Последняя секция курса это „Важные даты“. В ней указываются даты для текущего контроля, коллоквиумов, экзаменов и др.

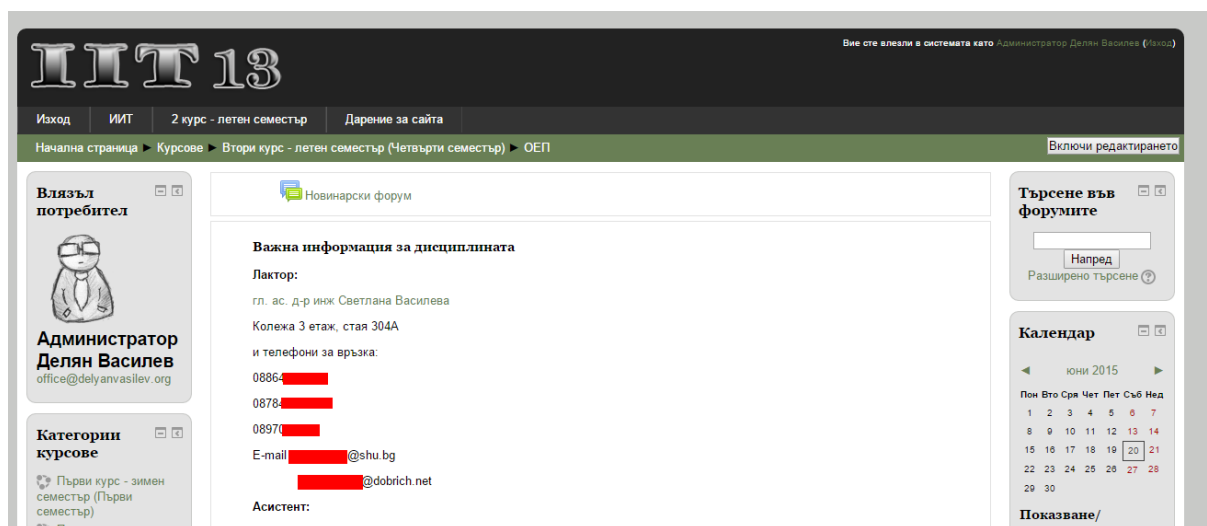


Рис. 7. Общий вид курса в учебной части сайта

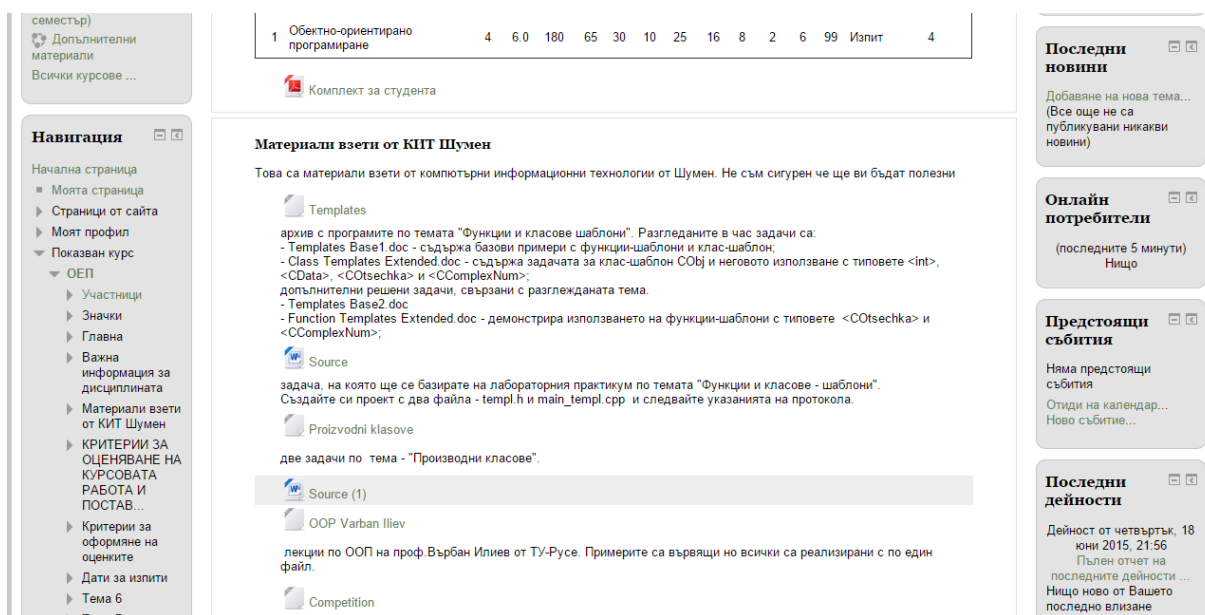


Рис. 8. Присоединенные материалы из других курсов

Выводы

Реализованный средствами систем управления контентом *WordPress* и *Moodle web* сайт группы студентов колледжа, обучающихся по специальности „Информатика и информационные технологии” (ИИТ) является проектом, отражающий процесс создания образовательных порталов и учебных пособий в форме *web* сайта с помощью CMS.

Системы управления содержанием развиваются интенсивно в последние годы и являются одной из самых новых технологий для конструирования *web* сайтов, но и исключительно направленной на непрофессионалов в *web* программировании, чтобы имели возможность вынести свою деятельность в *web* пространстве или просто делится информацией и опытом со своими коллегами.

Работа над проектом „Центра дистанционного обучения ИИТ” показывает как легко и с доступными средствами в Интернете можно разработать *web* сайт не только полезный для обучения студентов по выбранной специальности, но и расширять свой кругозор, а также и усовершенствовать себя приобретая дополнительные знания и умения.

Список литературы

1. Василев, Д., Иванова, Д. Возможности современных технологий для обучения. [Электронный ресурс] / Д. Василев. Современные тенденции развития науки и технологии. Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции, г. Белгород, 30 апреля 2015. (Часть II), СС. 25-32. – Режим доступа: http://issledo.ru/wp-content/uploads/2015/05/Sb_k-1-2.pdf
2. Речник на Средите за електронно Обучение (CeO). Moodle. [Электронный ресурс] / Речник. – Режим доступа: www.moodle.org/mod/glossary/showentry.php?courseid=43&eid=9281&displayformat=dictionary
3. How to make a website WordPress vs Joomla vs Drupal [Электронный ресурс] / CMS. – Режим доступа: <http://websitesetup.org/cms-comparison-wordpress-vs-joomla-drupal/>
4. Moodle. [Электронный ресурс] / Moodle. – Режим доступа: www.moodle.org

О ПАРАМЕТРАХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СЕЯЛКИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

Вохобов А.

ассистент кафедры «Сельскохозяйственная техника, эксплуатация и ремонт»
Андижанского института сельского хозяйства,
Узбекистан, г. Андижан

Абдухалилов Х.Х.

магистрант кафедры «Сельскохозяйственная техника, эксплуатация и ремонт»
Андижанского института сельского хозяйства,
Узбекистан, г. Андижан

Эркинов И.Б.

магистрант кафедры «Сельскохозяйственная техника, эксплуатация и ремонт»
Андижанского института сельского хозяйства,
Узбекистан, г. Андижан

Салиева Р.З.

магистрант кафедры «Защита растений»
Андижанского института сельского хозяйства,
Узбекистан, г. Андижан

В статье приведены некоторые сведения о параметрах распределителя сеялки семян пшеницы, обеспечивающего полноценное выполнение таких важных агротехнических требований как – размещение семян по всей площади посева согласно норме, а также равномерное заделывание семян по всей площади на определённую глубину посева.

Ключевые слова: опыт, площадь питания, форма, семена, сорт пшеницы, сроки посева, глубина заделки, распределитель, параметры.

Известно, что у любых растений корневая система, обеспечивающая их питательными веществами, имеет коническую форму, а боковые корни развиваются в разные стороны равномерно и параллельно главному корню. Размеры корневой системы зависят от вида и сорта растений, физико-механических свойств почвы, а также обеспеченностью водой и питательными веществами. На основе этого, определяются питательная площадь для определенного строения и размеров корневой системы растения. В том числе обосновывается необходимая площадь для получения питательных веществ для ростков пшеницы. Кроме этого форма питательной площади также имеет очень важное значение, которая должно иметь форму прямоугольника или квадрата.

При посеве рядовым способом с расстоянием между рядами 15 см площадь питательной зоны будет составлять в среднем 23-28 см² исходя из

того, что форма размещения семян имеет прямоугольную форму с соотношением сторон 1:9 (расстояние между рядами 15 см, расстояние между гнёздами 1,6-1,8 см). Такое расположение посевных гнёзд (1:9) неблагоприятно влияет на рост и развитие корневой системы растения. За счет сокращения расстояния между рядами можно приблизить эту форму к квадратной и улучшить условия для развития растений.

Следует отметить, что учитывая рабочую скорость посевного агрегата, сокращение расстояния между рядами менее чем на 6,5 см, может отрицательно повлиять на качество посева, нами предлагается посевной агрегат, который обеспечивает уменьшение расстояния между рядами до 7,5 см увеличение расстояния между семенами до 3,2 – 3,6 см. Такая расстановка гнёзд семян обеспечивает соотношение сторон четырехугольника как 1:2 и соответствует рекомендациям ведущих научно – исследовательских организаций Республики – высевать по 450-500 штук семян пшеницы на каждый квадратный метр площади. Однако, при других способах посева пшеницы невозможно достичь таких показателей расстояния между семенами пшеницы. В частности, при посеве семян между рядами хлопчатника после первого сбора хлопка в качестве повторной культуры.

Обеспечение оптимальных размеров площади питательной зоны и формы размещения семян возможно при правильном выборе конструкции, а также параметров установки распределителя семян семяпровода посевного агрегата. Кроме этого, выбор конструкции и параметров установки посевного агрегата влияет на расстояние между рядами.

Семяпровод предназначен для подачи семян, идущих из распределителя, в посевной агрегат. Для равномерной подачи семян необходимо выбрать подходящие параметры семяпровода. При этом необходимо уделить особое внимание распределителю. Задачей распределителя является не только нормирование количества семян, но и равномерное распределение и обеспечение того, чтобы семена не деформировались и не погибали. При посеве семян пшеницы в основном используются роликовые распределители. Неравномерность распределения семян существующих распределителей составляет от +10 до -6 %. Эту неравномерность можно устранить с помощью изменения угловой скорости ролика, зазора между роликом и муфтой, а так же увеличением нормы посева. Нами предлагается конструкция распределителя семян, которая бы обеспечивала равномерное распределение семян и их непрерывную подачу, а так же сокращающая механическую деформацию семян (рисунок).

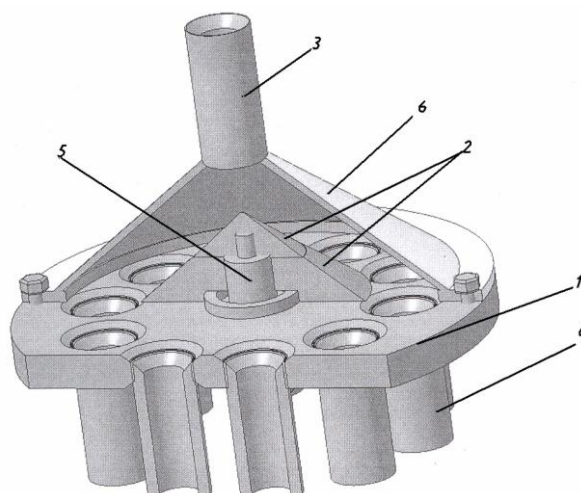


Рис. Распределитель

1 – распределительная тарелка; 2 – конусный отделитель; 3 и 4 – верхний и нижний семяпроводы; 5 – соединительная ось; 6 – закрытый конус

Распределитель состоит из тарелки (1), конусного распределителя (2), верхнего(3) и нижнего семяпроводов (4), соединительной оси (5), и закрытого конуса (6). Рабочий процесс распределителя заключается в следующем: семена поступают через верхний семяпровод (3) в тарелку (1). Конусный распределитель семян распределяет равномерно семена, поступающие сверху в каждую лузу (отверстие) тарелки. Из отверстий тарелки через нижний семяпровод (4), семена поступают в высеваящий аппарат.

Выводы. Преимущества предложенной конструкции распределителя состоят в следующем:

- с помощью одного роликового распределителя можно обеспечить поток семян для 10 – отверстий высеваящего аппарата;
- обеспечивается непрерывность потока семян при посеве;
- Уменьшение зазора между роликом и муфтой обеспечивает значительное сокращение дробления и поломки семян;
- обеспечивается равномерность распределения семян с помощью 10-кратного увеличения нормы на один распределитель.

По предложенной нами конструкции был изготовлен лабораторный образец распределителя и испытан в учебно-опытном хозяйстве института. Равномерность распределения семян $\pm 4,5\%$.

Список литературы

1. Саменов. А.Н. Зерновые сеялки. Машгиз. Москва – 1959 г. 320 ст.
2. Научно-исследовательский институт зерновых и бобовых на орошаемых землях. «Рекомендации по уходу за возделываемым в республике озимым сортам пшеницы».

АНАЛИЗ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ТРАНСПОРТА С ПОЗИЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Гайдамаченко М.Е.

бакалавр кафедры управления эксплуатационной работой и безопасностью на транспорте Московского государственного университета путей сообщения,
Россия, г. Москва

Кузьмина Г.Д.

доцент кафедры управления эксплуатационной работой и безопасностью на транспорте Московского государственного университета путей сообщения,
кандидат технических наук, доцент,
Россия, г. Москва

Статья посвящена значимой проблеме железнодорожного транспорта – обеспечению безопасности движения на высокоскоростных магистралях. Актуальность данной темы подтверждается множеством причин. Во-первых, развитие высокоскоростного движения уже стало неотъемлемой частью технического прогресса. Во-вторых, хотя наша страна пока и не входит в число стран с высокоскоростными магистралями, но уже обладает программами приоритетных направлений развития ВСМ с последующей их реализацией. В-третьих, для того, чтобы обеспечить безопасность перевозочного процесса на высокоскоростных магистралях необходимо обеспечить надежность работы верхнего строения пути, что во многом зависит от правильности выбора промежуточных рельсовых скреплений.

Ключевые слова: промежуточное рельсовое скрепление, высокоскоростные магистрали.

Развитие российских железных дорог в направлении увеличения скорости движения сдерживается недостаточным качеством верхнего строения путей, в частности низким уровнем качества и устареванием некоторых типов рельсовых скреплений. Поэтому решение проблем организации производства и укладки в путь более качественных, пригодных для скоростного движения поездов инновационных рельсовых скреплений, является актуальным для развития железных дорог России.

Рельсовые промежуточные скрепления являются важнейшими элементами железнодорожного пути. Скрепления должны обеспечивать стабильность ширины колеи, электроизоляцию рельсов от основания, пространственную упругость и вибростойкость узлов, регулировку по высоте. От качества их производства и сборки зависит надежность пути. Именно поэтому необходимо тщательно подойти к выбору рельсового скрепления для обеспечения движения на высокоскоростных магистралях России.

На данный момент развития, в нашей стране применяются несколько типов рельсовых промежуточных скреплений, такие как КБ-65 (жесткое), ЖБР-65 (упругое), ЖБР- 65 ПШ (упругое), АРС-4 (анкерное). Рассмотрим подробнее каждое из них.

Скрепление КБ-65.

Основное преимущество скрепления заключается в том, что оно эксплуатируется более 60 лет. До наработки тоннажа 300 млн тонн брутто отказов металлических элементов (подкладок, клеммных и закладных болтов) на испытательных участках произошло немного. Достоинствами данного типа рельсового скрепления являются возможность регулировки рельсовых нитей по высоте, хорошее виброгашение и сохранение положения рельсовых плетей в ребордах подкладок даже при полностью бесконтрольном ослаблении болтовых соединений и износе прокладок. Однако, помимо достоинств, существует целый перечень недостатков: многодетальность (21 деталь в каждом узле скреплений); материалоемкость (общая масса металлических и полимерных деталей на 1 км пути составляет соответственно 41,6 и 2,1 т); скрепление КБ - 65 требует значительных трудозатрат на периодическую очистку от грязи, смазку и подтягивание гаек клеммных и закладных болтов; высокая жесткость; ослабление моментов усилия затяжки гаек меньше допустимых величин примерно в 1,8 раза (при наработке тоннажа >300млн. тонн брутто); небольшой срок службы напильных прокладок в кривых радиуса $R < 650$ м. Чем меньше радиус кривой, тем больше уширение колеи, в основном из-за среза буртиков напильных прокладок. Таким образом, данное скрепление хоть и является самым распространенным в нашей стране, оно не может быть использовано на высокоскоростных магистралях, так как существует большая вероятность ослабления затяжки гаек, что может привести к уширению колеи [2].

Скрепление ЖБР-65.

Преимуществами скрепления типа ЖБР-65 по сравнению с КБ-65 являются большее сопротивление уgonу, повышение упругости, уменьшение числа деталей и их массы. Однако есть и ряд недостатков:

- невозможна регулировка рельсов по высоте;
- недостаточное сопротивление горизонтальным боковым силам в кривых;
- отказы упругих прокладок [2];
- наличие в скреплении резьбовых деталей, поэтому ЖБР-65 зависит от усилия затяжки гаек, а вследствие недостаточного усилия затяжки происходит сползание клемм с подошвы рельса и уширение колеи.

Скрепления ЖБР-65 ПШ.

Особенностью данного типа скрепления является переход от закладного болта к шурупно-дюбельному прикреплению. В данном скреплении масса и число деталей уменьшены более чем в 1,5 раза по сравнению со скреплением КБ-65.

После проведения испытаний выявлены следующие недостатки:

- после наработки тоннажа 60 млн тонн брутто среднее значение ширины колеи в прямых участках пути и кривых $R > 500$ м находилось в пределах 1518- 1523 мм. После наработки 76 млн тонн брутто среднее значение шири-

ны колеи в кривой $R=185$ м на Дальневосточной дороге составило 1539 мм [2];

- на испытательных участках измеренные моменты усилия затяжки шурупов в основном оказались меньше нормативных величин примерно в 1,5-2 раза [2].

Скрепление APC-4.

Инженерами МИИТа было разработано анкерное рельсовое скрепление (APC), которое предназначено для магистральных линий без ограничений по грузонапряженности и скоростям движения поездов. Рельсовое скрепление данного типа отличается своей высокой надежностью и стабильностью колеи, а также меньшим количеством деталей, простотой сборки и эксплуатации [4].

В настоящее время скрепление является по своим параметрам конкурентоспособным лучшим пружинным зарубежным скреплениям типов Vossloh, PANDROL, Nabla и др.

Преимущества промежуточного рельсового скрепления APC следующие:

- обеспечение надежного закрепления рельсов от их продольного перемещения;
- стабильное усилие прижатия рельса – 28 кН на узел. После пропуска 420 млн. тонн брутто усилие прижатия снизилось всего на 10 %;
- уменьшенное число деталей, снижение расходов металла на изготовление;
- стабильное положение рельсовой колеи по ширине;
- возможность регулирования рельсовых плетей по высоте до 25 мм с помощью регулировочных прокладок (в КБ-65 14 мм);
- из-за отсутствия резьбовых соединений гарантирована равножесткость пути;
- устранение необходимости регулярно подкручивать и смазывать болты и гайки;
- регулировка ширины колеи путем постановки специальных регулировочных изоляторов [1].

Несмотря на все преимущества, недостатком до сих пор остается ручная сборка узла. Поэтому требуется разработка технических средств для механизации сборки скреплений APC при укладке в путь.

Помимо отечественных скреплений существуют и инновационные зарубежные. Одним из них является PANDROL FASTCLIP, которое положительно зарекомендовало себя во многих странах мира.

Рельсовое скрепление PANDROL FASTCLIP.

PANDROL FASTCLIP является комплексной системой, все компоненты которой поставляются на место установки предварительно собранными на шпале или бетонной плите. После укладки шпал и установки рельсов скрепление приводится в рабочее положение простым нажатием на клемму. Для приведения скрепления в рабочее положение используются механизмы, которые устанавливаются прямо на раму путеукладочного поезда.

«Пандрол-350» – это локализованная версия скрепления PANDROL FASTCLIP, отдельные элементы которого адаптированы для условий эксплуатации на Российских железных дорогах.

Преимущества данного скрепления во многом совпадают с преимуществами APC-4 и заключаются в следующем:

- применение анкера устраняет необходимость регулярно подкручивать и смазывать болты и гайки;
- в конструкции скрепления Пандрол – 350 меньшее количество деталей. И в итоге, на каждый километр пути расходуется меньше металла по сравнению со скреплениями типа КБ, ЖБР;
- снижен вес съемных деталей за счет замоналиченного в шпалу анкера;
- снижены эксплуатационные затраты в связи с переходом на механизированные технологии текущего содержания пути;
- обеспечивается надежное закрепление рельсов от их продольного перемещения;
- стабильное положение рельсовой колеи по ширине;
- возможность регулирования рельсовых плетей по высоте до 25 мм с помощью регулировочных прокладок;
- из-за отсутствия резьбовых соединений обеспечивается равножесткость пути и устраняется необходимость регулярного подкручивания гаек;
- обеспечивается регулировка ширины колеи путем постановки специальных регулировочных изоляторов [3].

После проведения анализа некоторых типов скреплений, наиболее оптимальными вариантами промежуточных рельсовых скреплений, предназначенных для укладки в путь на скоростных и высокоскоростных магистралях России, являются анкерные рельсовые скрепления Пандрол-350 и APC-4. Данные скрепления обеспечивают стабильность ширины колеи, пространственную упругость, минимальные трудозатраты на содержание пути, а также регулирование ширины колеи с помощью постановки специальных изоляторов. Скрепления Пандрол-350 и APC-4 обладают высокими техническими и эксплуатационными характеристиками и смогут обеспечить должный уровень безопасности на высокоскоростных магистралях России.

Список литературы

1. Круглов В.М., Аксёнов Ю.Н., Богачев А.Ю., Курзина Е.Г. Модернизированное рельсовое скрепление APC. Путь и путевое хозяйство. 2011. № 3. С. 10-12.
2. Круглов В.М., Кузнецов В.В. Сравнительные испытания рельсовых скреплений. Мир транспорта. 2011. Т. 9. № 5 (38). С. 70-75.
3. Инструкция на сборку, укладку и эксплуатацию пути с анкерным рельсовым скреплением Пандрол-350 на железобетонных шпалах; Утверждена распоряжением ОАО "РЖД" от 12.11.2012 г N 2270р.
4. Инструкция на сборку, укладку, эксплуатацию пути и ремонт пути с бесподкладочным рельсовым скреплением APC на железобетонных шпалах; Утверждена распоряжением ОАО "РЖД" от 31 декабря 2013 г. N 2986р.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ ГИДРОАГРЕГАТОВ ЖИГУЛЕВСКОЙ ГЭС

Данилина Н.Е.

доцент кафедры управления промышленной и экологической безопасности
Тольяттинского государственного университета, канд. пед. наук, доцент,
Россия, г. Тольятти

Панишев А.Л.

начальник Межрайонного отдела по надзору за промышленной и энергетической
безопасностью Средне-Поволжского управления Ростехнадзора,
Россия, г. Тольятти

В статье проведен анализ последствий чрезвычайных ситуаций на Жигулевской гидроэлектростанции. Дана техническая характеристика объектов Жигулевской ГЭС. Потенциально опасными объектами ГЭС являются гидроагрегаты. Целью исследования являлось снижение вибрационной нагрузки гидроагрегатов Жигулевской ГЭС как условия обеспечения надёжности, бесперебойности электроснабжения города.

Ключевые слова: гидроэлектростанция, гидроагрегат, авария, катастрофа, последствия, вибрация, турбина, измерения, мониторинг.

Жигулевская ГЭС занимает центральное место и является шестой ступенью и второй по мощности ГЭС Волжско-Камского каскада. Она предназначена для покрытия пиковой части нагрузки в Единой энергетической системе Российской Федерации.

Установленная мощность ГЭС – 2300 МВт, суммарный расход через сооружения при полностью открытых затворах плотины, донных водосбросов и при работе 20 гидроагрегатов – 68000 м³/сек.

Выработка электроэнергии в средний по водности год составляет около 10 млрд. кВт/ч. В состав основных сооружений ГЭС входят: здание гидроэлектростанции, водосливная плотина, земляная плотина, судоходные сооружения, открытые распределительные устройства напряжением 500, 220 и 110кВ от которых отходят 17 линий электропередач, связывающих ГЭС с энергообъектами Центра, Урала и Средней Волги.

Потенциально опасными объектами ГЭС являются: водосливная плотина, кровля машинного зала, гидроагрегаты, главные трансформаторы, котлы маслonaпорных установок, опоры и провода систем шин, межсекционные швы.

Нами рассчитано, что при прорыве напорного фронта плотины ГЭС расход воды может составить до 100 тыс. метров в секунду, что вызовет подъем воды в нижнем бьефе до 17 метров против нормы и при этом затоплению подвергнутся часть территорий Самарской области (около 2300 км²).

На затопливаемой территории – населения около 200 тыс. человек, более 80 объектов экономики, железнодорожные и автомобильные магистрали

регионального значения протяженностью 40 км, около 130 тыс. гектар сельскохозяйственных земель.

Из зоны 4-х часового добегания волны подлежат немедленной эвакуации около 24 тыс. жителей. Ожидаемое время спада уровня катастрофического затопления – 5 суток (до отметки 39 м).

Анализ перечня мероприятий Жигулевской ГЭС по предупреждению и снижению последствий ЧС показал необходимость проведения реконструкции гидрогенераторов ГЭС [1,3].

Длительная работа (гидроагрегаты дорабатывают второй срок от нормы) в nereкомендованных зонах нагрузок сопровождается переходными гидродинамическими процессами, пульсациями давления в проточном тракте и повышенной вибрацией гидроагрегата. Даже кратковременные и знакопеременные повышения – понижения нагрузок пагубно влияют на опоры гидроагрегата. В результате многократных дополнительных нагрузок переменного характера на гидроагрегат, связанных с переходом через nereкомендованные зоны нагрузок и, как правило, работа с повышенной вибрацией приводит к образованию и развитию усталостных повреждений узлов крепления гидроагрегата, в том числе крышки турбины. Особенно отрицательно динамические нагрузки действуют на шпильки крепления крышки турбины, наиболее нагруженного турбинного подшипника.

В период замены гидротурбины ст. №2 проведена реконструкция гидрогенератора с заменой ротора генератора. После проведения комплексного опробования в течение 72 часов и всех испытаний, в том числе на сброс нагрузки, Ростехнадзором было оформлено разрешение на допуск в эксплуатацию генератора станции № 2. На гидроагрегате станции № 2 филиалом ОАО «Силовые машины» – «ЛМЗ» установлена новая система виброконтроля, предназначенная для непрерывного контроля вибрационного состояния гидроагрегата с выдачей команд на отключение от группового управления активной мощности в случае предупредительного превышения допустимого уровня вибрации или биения вала от системы вибрационного контроля, и на останов в случае аварийного превышения допустимого уровня вибраций или биения вала. Система вибрационного контроля состоит из датчиков, установленных на гидроагрегате, и программно-технического комплекса подсистемы вибрационного контроля размещенного в панели и установленного в машинном зале в одном ряду с агрегатными щитами управления гидроагрегата станции № 2. Подобные системы апробированы на Саяно-Шушенской ГЭС.

В ходе исследования нами был сделан анализ эксплуатации гидроагрегатов ГЭС России с 1903 по 2014 годы, в результате которого было выявлено, что срок эксплуатации гидроагрегатов превышен в среднем на 25-27 лет. На 80% гидроэлектростанций Российской Федерации зафиксировано несоответствие параметров вибрации гидроагрегатов нормативным значениям.

В соответствии с нормативными документами не допускается длительная работа гидроагрегата при повышенных уровнях вибрации: размах горизонтальной вибрации, двойная амплитуда, корпуса турбинного подшипника,

а также размах горизонтальной вибрации верхней и нижней крестовин генератора, если на них расположены направляющие подшипники, в зависимости от частоты вращения ротора гидроагрегата не должен превышать определенных значений [4]. Не допускается длительная работа гидроагрегата при повышенных уровнях вибрации: размах горизонтальной вибрации (двойная амплитуда) корпуса турбинного подшипника, а также размах горизонтальной вибрации верхней и нижней крестовин генератора, если на них расположены направляющие подшипники, в зависимости от частоты вращения ротора гидроагрегата не должен превышать нормативных значений.

В результате произведенных замеров и расчетов [2] уровня вибрации гидроагрегатов, можно сделать вывод о том, что уровень вибрации не соответствует нормативным значениям, представленным в СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» и Правилах технической эксплуатации технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Размах вертикальной вибрации крышки турбины в зависимости от частоты по осям X, Y, Z выше допустимого в среднем на 0,015 мм.

Нами совместно с Ростехнадзором гг. Тольятти и Сызрани разработаны мероприятия по снижению уровня вибрации гидроагрегатов на Жигулевской ГЭС: необходима замена 4-х гидротурбин (на шестилопастные с увеличением единичной мощности гидротурбин до 120 МВт) и трех (на пятилопастные с увеличением единичной мощности гидротурбин до 125,5 МВт), необходимо установить систему сигнализации на появление звуковых и световых сигналов на щите управления при превышении параметров вибрации гидроагрегатов свыше 0,16 мм. Нами рассчитано, что после реконструкции всех гидроагрегатов установленная мощность станции вырастет на 147 МВт.

Системой мониторинга и эксплуатационного контроля параметров вибрации позволит предотвратить аварии подобные техногенной катастрофе на Саяно-Шушенской ГЭС.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебник / С. В. Белов [и др.]; под общ. ред. С. В. Белова; – 7-е изд., стер. ; Гриф МО. – М. : Высш. шк., 2007. – 616 с. : ил. – Библиогр.: с. 613. – Прил.: с. 611-612. – ISBN 978-5-06-004171-2: 704-55.
2. Горина, Л.Н. Инженерные расчеты уровней опасных и вредных производственных факторов: учебно-методическое пособие [Текст] / Л.Н.Горина, В.Е. Ульянова, М.И. Фесина; Тол.гос. ун-т. – Тольятти.: ТГУ, 2005. – 194 с.
3. Яшура А. И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования [Текст] : справочник / А. И. Яшура; – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 355 с. – Библиогр.: с. 349-352. – Прил.: с. 235-348. – ISBN 5-93196-617-X : 384-06.
4. Министерство Энергетики РФ. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила Главы 1,1, 1.2, 1.7,1.9 Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.5, 7.6, 7.10. 7-е изд [Текст] / Министерство Энергетики РФ .М.: Энас, 2009. – 176 с.

СТРУКТУРНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Елисеев С.В.

главный научный сотрудник-директор НОЦ современных технологий, системного анализа и моделирования Иркутского государственного университета путей сообщения, д.т.н., профессор,
Россия, г. Иркутск

Большаков Р.С.

младший научный сотрудник НОЦ современных технологий, системного анализа и моделирования Иркутского государственного университета путей сообщения, к.т.н.,
Россия, г. Иркутск

Кинаш Н.Ж.

начальник конструкторского отдела, Дорожный инженерный технологический центр (ДИТЦ) Московской железной дороги, филиала ОАО «РЖД»,
Россия, г. Москва

Нгуен Д.Х.

аспирант НОЦ современных технологий, системного анализа и моделирования Иркутского государственного университета путей сообщения,
Россия, г. Иркутск

Рассматривается метод определения реакций связей в виброзащитных системах, состоящих из объекта защиты и виброзащитных устройств (ВЗУ). В простейшем форме ВЗУ могут содержать в своем составе упругие элементы, диссипативные звенья и устройства для преобразования движения, в том числе и рычажные механизмы, и иметь достаточно сложную структуру. При этом реакции на входе и на выходе ВЗУ могут совпадать при отсутствии в составе массоинерционных элементов с независимыми координатами движения. В противном случае динамические реакции связей на входе и на выходе будут различными, что зависит от особенностей инерционных сил, возникающих при движении промежуточных элементов. Сущность метода заключается в использовании структурных моделей в виде структурных схем эквивалентных в динамическом отношении систем автоматического управления. При этом становится возможным выделение объекта защиты в виде интегрирующего звена второго порядка. В этом случае динамическая реакция связей интерпретируется как обратная отрицательная связь. Коэффициент усиления связи соответствует коэффициенту жесткости механической системы, сформированной в результате структурных преобразований. Статические реакции определяются на той же алгоритмической основе при «занулении» комплексной переменной с учетом расположения постоянно действующих сил. Полная реакция связей определяется как сумма статической и динамической составляющих. Приводятся примеры преобразований и приложений.

Ключевые слова: реакции связей в механических колебательных системах, структурные модели, преобразование структурных моделей, структурный метод определения динамических реакций связей.

Введение. Задачи динамики большинства технических объектов, работающих в условиях вибрационных нагрузок различной природы, решаются на основе использования расчетных схем в виде механических колебательных систем с одной или несколькими степенями свободы. Известен ряд работ, в которых развита методологическая основа динамического синтеза виброзащитных систем, включающих в свой состав пассивные и активные типовые элементы [1–3]. Вместе с тем, обеспечение задач повышения надежности машин и безопасности их эксплуатации требует дальнейшего развития теоретического базиса поисковых и предпроектных исследований в плане создания способов и средств оценки динамического состояния объектов вибрационной защиты и определения динамических реакций, возникающих во взаимодействиях элементов виброзащитных систем между собой, а также с объектом защиты и с опорными поверхностями.

В предлагаемом докладе обсуждаются возможности метода структурного математического моделирования.

В рамках рассматриваемого подхода виброзащитной системе сопоставляется расчетная схема в виде соответствующей линейной механической колебательной системы, которая, в свою очередь, интерпретируется на основе метода динамических аналогий как структурная схема эквивалентной в динамическом отношении системы автоматического управления [4, 5].

I. Общие положения. Постановка задачи исследования. Теоретическое обоснование подхода основано на общности математической модели динамического состояния задач вибрационной защиты и управления динамическим состоянием в рамках системных представлений о динамике систем автоматического управления [4, 5]. На рис. 1а–в приведены принципиальные схемы, отражающие особенности построения виброзащитных систем, заключающиеся в необходимости выделения в системе специального устройства, называемого виброизолятором (ВЗУ). Такое устройство формирует силовые взаимодействия между объектом защиты и элементами системы, форма которых зависит от конструктивно-технических особенностей объекта. При взаимодействии объекта с ВЗУ и опорными поверхностями, как это следует из рис. 1а–в, возникают динамические реакции связей. На рис. 2 (а,б) приведены расчетная схема виброзащитной системы (ВЗС) (рис. 2а) и ее структурная математическая модель (рис. 2б). Передаточная функция $W(p)$ (рис. 2б) отражает динамические свойства системы при силовом $Q(t)$ и кинематическом возмущениях (выражения (1) и (2)).

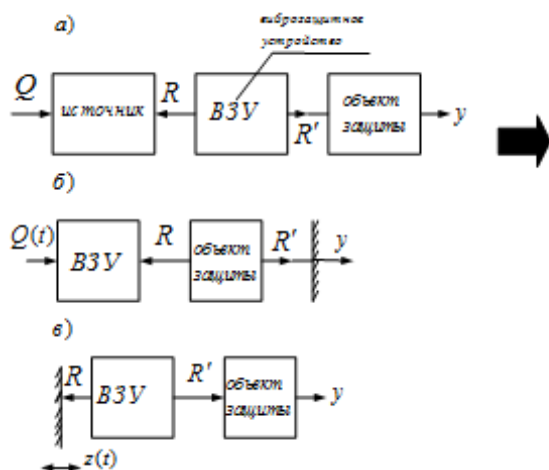


Рис. 1. Обобщенные представления о задачах виброзащитной защиты

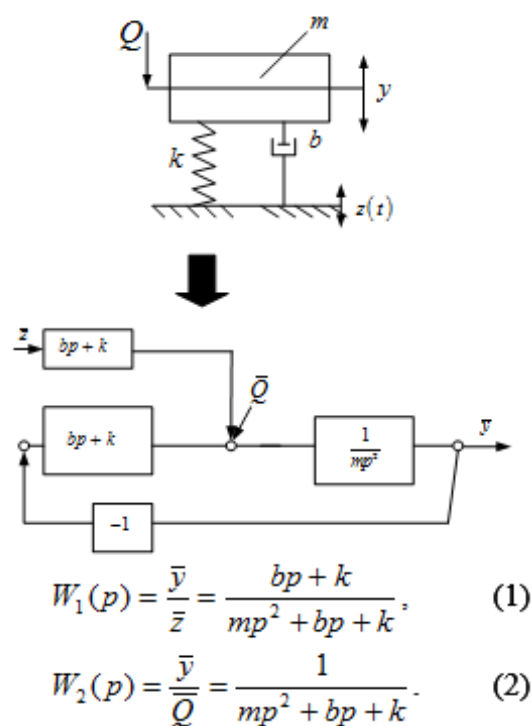


Рис. 2. Расчетная (а) и структурная (б) схема ВЗС

III. Структурное математическое моделирование. На рис. 3 представлена методика определения динамических реакций связей в механических колебательных системах с одной степенью свободы.

Последовательный переход от позиции а до позиции о рис. 3. Стадии преобразований исходных математических моделей приведены также на позициях (3)–(25). Для реализации методики определения реакций в выбранных точках на основе расчетной схемы (рис. 3а) составляется дифференциальное уравнение (2), которое трансформируется после преобразований Лапласа в уравнение (3), а затем – в структурные схемы на рис. 3 в,г. При этом $p = j\omega$ – комплексная переменная, а значок (–) над переменными означает изображение по Лапласу. Физическая сущность метода заключается в том, что объект защиты при действии различных возмущений выделяется на структурной схеме как звено с передаточной функцией типового интегрирующего звена второго порядка. В свою очередь типовые элементы виброзащитной системы представляют собой элементы структурной теории в следующих связях: пружина – звено с передаточной функцией усилительного звена; демпфер – звено с передаточной функцией дифференцирующего звена; промежуточный массоинерционный элемент – звено с передаточной функцией дифференцирующего звена второго порядка. Динамическая реакция представляет собой произведение приведенной динамической жесткости в заданной точке на ее координату смещения. Приведенная динамическая жесткость формируется цепью отрицательной обратной связи относительно объекта защиты, что достигается преобразованиями, правила которых характерны для аппарата теории автоматического управления. Для удобства пользования рис. 3 приведен на отдельном листе. Более подробное изложение методики определения динамических реакций приводится в статьях [6, 7].

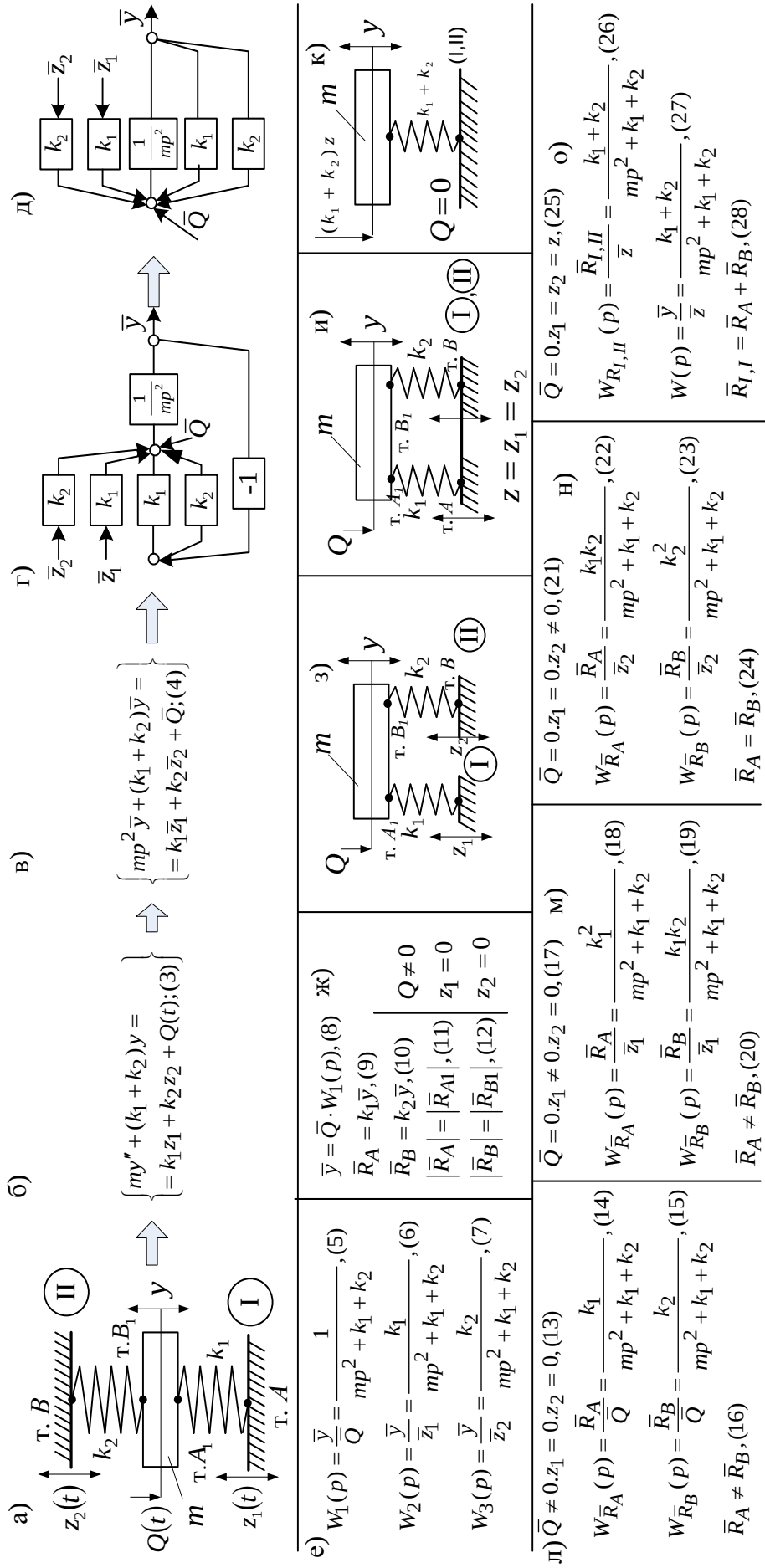


Рис. 3. Принципиальные позиции метода определения динамических реакций: а) расчетная схема системы с одной степенью свободы; б) дифференциальное уравнение движения системы; в) дифференциальное уравнение движения в изображениях Лапласа; г) структурная схема системы при кинематическом возмущении; д) структурная схема при силовом возмущении; е) передаточные функции для различных сочетаний входных и выходных воздействий; ж) определение реакций в различных точках системы; з, и, к) трансформация системы с двумя опорными поверхностями к одной при идентичном кинематическом возмущении; л, м, н, о) передаточные функции реакций при различных сочетаниях силовых и кинематических воздействий

III. Математическое моделирование и определение динамических реакций в механических колебательных системах с двумя степенями свободы. В данной статье излагаются основные положения методики определения именно динамических реакций. В практических задачах вибрационной защиты движения объекта рассматриваются как малые колебания относительно положения статического равновесия.

Вместе с тем, статическая нагрузка в ВЗС формирует соответствующие статические реакции. Полная реакция в характерных или выбираемых точках определяется суммой двух компонент. При равенстве нулю полной реакции в точках возможно возникновение зазоров при неудерживающих связях, что требует в случае необходимости соответствующего контроля за величинами реакции. Особенности определения статических реакций рассмотрены в работе [8].

В системах с двумя степенями свободы методика определения динамических реакций остается прежней, то есть выделяется объект защиты, внешние силы приводятся к объекту, производятся структурные преобразования, в рамках которых формируется цепь обратной отрицательной связи относительно объекта защиты, представленного интегрирующим звеном второго порядка. Коэффициент динамической жесткости обратной связи (или ее коэффициент усиления) при умножении на смещение (или координату) позволяет определить реакцию связи.

Общее представление о последовательности действий при определении реакций дает рис. 4 а,б, рис. 5 а–г, рис. 6 а–в и рис. 7 а,б, приведенные для удобства пользования на одном листе. Более подробно детали определения динамических реакций в механических колебательных системах приведены в [9, 10].

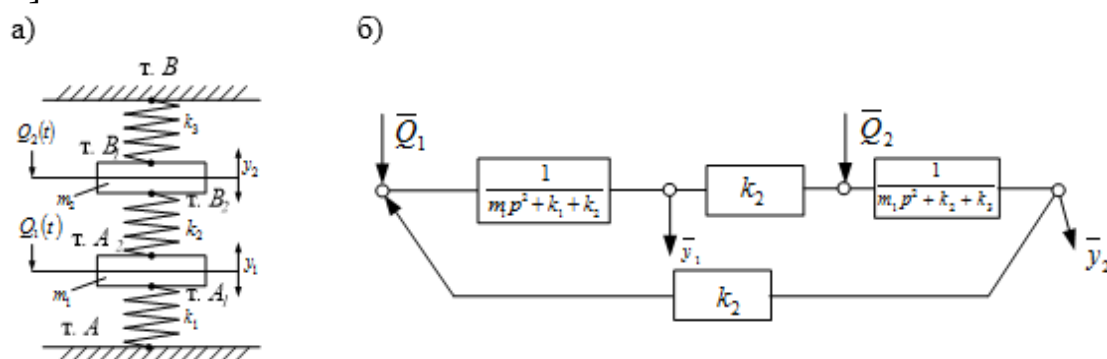


Рис. 4. Расчетная (а) и структурная (б) схемы виброзащитной системы

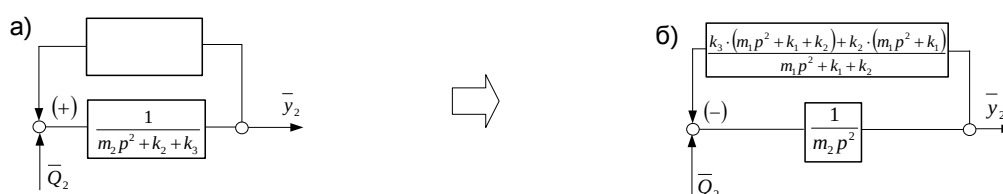


Рис. 5. Преобразования исходной структурной схемы, приведенной на рис. 3.1б, относительно элемента m_1

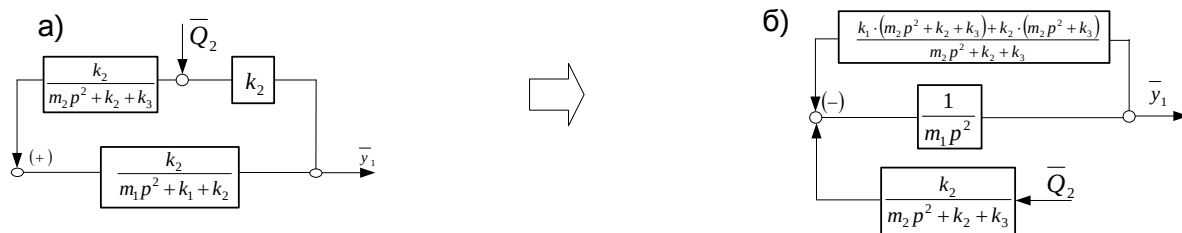


Рис. 6. Структурные схемы при последовательном преобразовании парциальных систем относительно элемента m_2

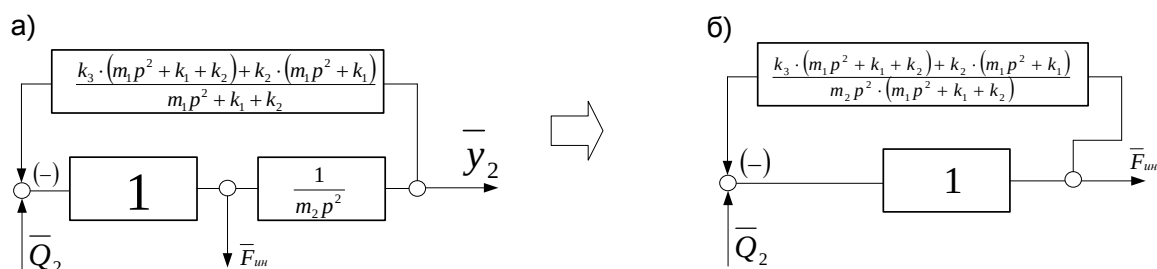


Рис. 7. Структурная схема для определения силы инерции элемента m_2

Закключение. 1. Исследованы особенности формирования статических и динамических реакций в механических колебательных системах на основе использования аналитического аппарата теории цепей и теории автоматического управления и применении структурных интерпретаций систем и их передаточных функций.

2. Доказано, что для оценки статических реакций, связанной с определением положения статического равновесия механической колебательной системы, формируемого действием сил веса и дополнительных постоянных сил, могут использоваться структурные схемы и передаточные функции системы в предположении, что комплексная переменная в соответствующих передаточных функциях принимает нулевое значение.

3. Предложен метод построения математических моделей на основе которого показано, что в статическом состоянии приведенная жесткость механической системы определяется на основе использования соответствующей передаточной функции системы с последующим «обнулением» параметров массо-инерционных элементов. Понятие приведенной жесткости системы может применяться для определения статических реакций, возникающих между элементами системы и при их взаимодействиях с опорными поверхностями.

4. Предложен и разработан метод определения динамических реакций в механических колебательных системах при действии гармонических внешних сил, основанный на использовании структурных схем и соответствующих передаточных функций. Показаны возможности построения математических моделей обобщенных упругих элементов, свойства которых определяются динамическими жесткостями.

5. Динамические реакции в виброзащитных системах могут рассматриваться как параметры, характеризующие динамическое состояние также, как и координаты, скорости и ускорения объекта защиты и элементов систем.

Кроме того, динамические реакции могут рассматриваться в представлениях амплитудно-частотных характеристик, при этом часть динамических реакций изменяется по законам изменения координат систем, а часть динамических реакций имеет в формах своего изменения ряд особенностей. Эти особенности проявляются при появлении динамических режимов, при которых приведенная жесткость определенной цепи системы стремится к бесконечности (при отсутствии сил трения). Для определения динамических реакций предложен метод, основанный на выделении объекта защиты (или любого инерционного элемента) в качестве отдельного элемента, относительно которого разрешается уравнение кинематики по выбранной координате. Структурная интерпретация метода основана на выделении объекта защиты (или другого инерционного звена) как звена с передаточной функцией интегрирующего звена второго порядка. Цепь обратной связи для такого звена представляет собой динамическую реакцию.

Исследования выполнены по гранту в рамках Федеральной целевой программы «Научные и педагогические кадры инновационной России» на 2012 – 2013 г.г. (мероприятие 1.3.2. – естественные науки) № 14.132.21.1362.

Список литературы

1. Коловский М.З. Автоматическое управление виброзащитными системами / М.З. Коловский. – М.: Наука, 1976. – 320 с.
2. С. М. Harris, A.G. Piersol. Shock and vibration Handbook. Fifth Edition. McGraw – Hill. New York. 2002. ISBN 0-07-137081-1.
3. Фролов К.В., Фурман Ф.А. Прикладная теория виброзащитных систем – М.: Машиностроение, 1985. – 286 с.
4. Елисеев С.В., Резник Ю.И., Хоменко А.П., Засядко А.А. Динамический синтез в обобщенных задачах виброзащиты и виброизоляции технических объектов. – Иркутск: ИГУ. 2008. – 523 с.
5. Елисеев С.В., Резник Ю.И., Хоменко А.П. Мехатронные подходы в динамике механических колебательных систем. – Новосибирск: Наука, 2011. – 384 с.
6. Хоменко А.П., Елисеев С.В., Ермошенко Ю.В. Системный анализ и математическое моделирование в мехатронике виброзащитных систем. – Иркутск: ИрГУПС. 2012. – 288 с.
7. Хоменко А.П., Елисеев С.В., Большаков Р.С. Метод структурных преобразований и его приложения в задачах динамики виброзащитных систем. Определение реакций связей // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. № 1(41). 2014. С. 8-23 (<http://elibrary.ru/item.asp?id=21487132>)
8. Большаков Р. С., Елисеев С.В. Методологические основы задач определения реакций связей в механических колебательных системах / Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск, 2013. – 64 с.: ил. – Деп. в ВИНТИ РАН 29.11.2013, № 336-B2013.
9. Хоменко А.П., Елисеев С.В., Мулюкин О.П., Большаков Р.С. Статические реакции связей в механических колебательных системах. // Материалы VI международной научно-практической конференции «Наука и образование транспорту». 2013. с.379-381
10. Белокобыльский С.В., Елисеев С.В. Обоснование возможностей определения динамических реакций в виброзащитных системах в виде твердого тела // Системы. Методы. Технологии. №2 (18). – С. 7-15.
11. Ермошенко Ю.В., Большаков Р.С., Паршута Е.А. Система с твердым телом на упругих опорах с дополнительной массой. Определение статических реакций // Материалы XIV Международной научно-практической конференции «Кулагинские чтения», г. Чита. 2014. Часть III. – С. 293-298

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БИЕНИЙ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ СКОРОСТЬ БУРЕНИЯ

Заикин С.Ф.

старший преподаватель кафедры «Физика и химия»,
Российская открытая академия транспорта,
Россия, г. Ухта

Быков И.Ю.

проф. кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности»,
Ухтинский государственный технический университет,
доктор техн. наук, профессор,
Россия, г. Ухта

Перминов Б.А.

доцент кафедры «Электрификация и электроснабжение»,
Российская открытая академия транспорта, канд. техн. наук, доцент,
Россия, г. Ухта

В статье определено влияние колебаний биений бурильной колонны на потери мощности, момента сопротивления и осевой нагрузки на долоте. Проведена оценка снижения механической скорости за счёт колебаний биений.

Ключевые слова: мощность, бурильная колонна, колебания биений, механическая скорость бурения.

Биения (вибрации) вызванные ударами бурильной колонны о стенки скважины при бурении являются одной из основных причин поломок скважинного инструмента. Они также приводят к повреждению ствола скважины, увеличивают потребность в более частом ремонте скважинного оборудования, уменьшают КПД привода буровой установки, и существенно снижают механическую скорость бурения. Своевременное выявление и минимизация последствий биений в стволе скважины имеют ключевое значение для предотвращения потерь рабочего времени на бурение и сокращению повреждений скважинного оборудования.

Известно, что под биениями понимают [4] соударение изгибных полуволн бурильной колонны о стенки скважины. Потеря устойчивости прямолинейной формы бурильной колонны при вертикальном бурении и закручивание её в пространственную спираль определяется критическим значением осевой нагрузки и длины бурильной колонны [1].

Затраты мощности привода ротора бурильной колонны на её вращение можно оценить не только теоретически [1], но и с помощью эмпирических формул [4]. Известно, что:

$$N_{\text{бур}} = N_{\text{хв}} + N_{\text{д}}, \quad (1)$$

где $N_{\text{хв}}$ – затраты мощности на холостое вращение колонны, Вт;

N_{δ} – затраты мощности на разрушение породы долотом, Вт.

Затраты мощности на холостое вращение бурильной колонны согласно [4] определяются выражением:

$$N_{хв} = 13,5 \times 10^{-5} L d^2 n^{1,5} D^{0,5} \gamma_{ж}, \quad (2)$$

где L – длина бурильной колонны, м;

d – диаметр бурильных труб, м;

D – диаметр скважины, м;

n – частота вращения, об/мин;

$\gamma_{ж}$ – удельный вес раствора, н/м³.

Для расчета затрат мощности на работу долота по разрушению породы предложена по результатам испытания трёхшарошечных долот диаметром 120-450 мм фирмой «Юз» США формула:

$$N_{\delta} = c \times 10^{-2} n D_{\delta}^{0,4} P^{1,3}, \quad (3)$$

где c – коэффициент крепости пород, для песчаника $c = 2,6$; для карбонатных пород $c = 2,3$;

D_{δ} – диаметр долота, мм;

P – осевая нагрузка на долото, кН;

n – частота вращения долота, об/мин.

Приведённый анализ затрат мощности определяет потребность мощности от двигателя привода при равномерном установившемся процессе бурения и не учитывает мощность, затрачиваемую на преодоление колебаний биений бурильной колонны. Теоретически оценить составляющую этой мощности невозможно в связи со стохастичностью и сложностью протекающих физических процессов.

Проведённые экспериментальные исследования [1,2], позволили не только определить момент возникновения биений, а так же оценить отбор мощности на биения от двигателя привода.



Рис. 1. Оциллограмма мощности при осевой нагрузке 120кН

На оциллограмме (рис. 1) приведено значение мощности привода, при отсутствии биений, с осевой нагрузкой 120 кН при длине колонны бурильных труб 2500 метров. Критическое значение осевой нагрузки определенное для этого случая согласно выражению (1) составляет 123 кН, т.е. $P_n < P_{кр}$. Бурильная колонна при этом не теряет устойчивость формы, биений за счёт соударений полуволин о стенки скважины не происходит, составляющая биений

за счёт нарушения соосности (эксцентриситета) ничтожно мала, дополнительного отбора мощности от двигателя не происходит:

$$N_{\text{бур}} = \eta N_{\text{дв}} \quad (4)$$

где $\eta = 0,95$ – КПД передачи электрической мощности двигателя в механическую.

Однако процесс бурения при этой осевой нагрузке сопровождается автоколебаниями, затраты мощности на которые незначительны.



Рис. 2. Осциллограмма мощности при осевой нагрузке 160кН

На рис. 2 приведена осциллограмма изменения мощности двигателя привода при осевой нагрузке 160 кН. Случай определяет неравенство, при котором осевая нагрузка превышает критическое значение $P_n > P_{кр}$, следовательно гарантируется появление изгибных полуволн и их соударение о стенки скважины. Возникновение колебаний биений резко увеличивает отбор мощности от двигателя привода. Согласно осциллограммам (рис.1, рис.2) отбор мощности от двигателя привода увеличился на 59 %. Из этой мощности около 47% пошло на преодоление последствий биений.

Иными словами баланс мощности в этом случае может быть записан:

$$\eta N_{\text{дв}} = (N_{\text{бур}} + N_{\text{биен}}). \quad (5)$$

Так как мощность двигателя выбирается из соотношения $N_{\text{дв}} = 1,5N_{\text{бур}}$, то при возникновении биений двигатель начинает работать в предельных режимах, мощность, затрачиваемая на разрушение породы, как и мощность, идущая на вращение бурильной колонны резко падают. Это приводит к уменьшению крутящего момента и падению механической скорости бурения.

$$M_{\text{бур}} = N_{\text{бур}} / \omega; \Delta M_{\text{бур}} \% = \Delta N_{\text{бур}} / \omega = 22 \% \text{ при } \omega = \text{const}. \quad (6)$$

Полученные результаты хорошо иллюстрируются экспериментальными данными. На рис. 4 приведена осциллограмма крутящего момента при осевой нагрузке 160 кН, по которой можно определить уменьшение крутящего момента двигателя по отношению к осциллограмме на рис. 3 для осевой нагрузки 120кН.



Рис. 3. Осциллограмма крутящего момента при осевой нагрузке 120 кН



Рис. 4. Осциллограмма крутящего момента при осевой нагрузке 160 кН

Из сравнения осциллограмм получаем:

$$\Delta M_{\text{дв}} = \Delta M_{\text{дв}120} - \Delta M_{\text{дв}160} = 3650 - 2930 = 720(\text{Нм}).$$

$$\text{Или } \Delta M_{\text{дв}} \% = 720/3650 \cdot 100\% = 19,7\%.$$

Реальное значение осевой нагрузки на породоразрушающем инструменте определим из эмпирической зависимости Е. М. Соловьёва [5]:

$$M_h = 0,4a_0 D_o^2 P_0 \left(1 + \frac{B}{\omega_h + \delta_0}\right), \quad (7)$$

где M_h – момент сопротивления вращению долота (момент нагрузки), Нм;

ω_h – скорость вращения бурильной колонны при её длине равной H , рад/с;

P_0 – осевая нагрузка на долото, Н;

δ_0 – 1,25 рад/с;

D_o – диаметр долота, м;

B – эмпирическая постоянная, изменяющаяся в зависимости от конструкции долота. $B = 7,25$ для трехшарошечного долота;

a_0 – эмпирический коэффициент, определяемый твёрдостью породы. Для средних пород $0,7 \div 0,8$.

При этом для нахождения момента сопротивления на долоте воспользуемся зависимостью представленной на диаграмме рис. 5, отражающей связь между крутящим моментом на бурильном инструменте в забое скважины и соответствующим крутящим моментом, действующим на бурильную колонну в устье скважины:

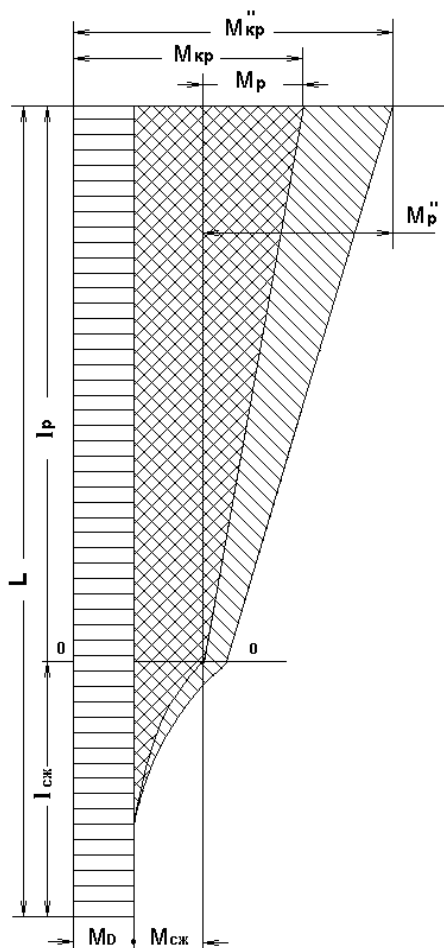


Рис. 5. Распределение крутящего момента по длине бурильной колонны

$$M_{сж} = \frac{q^2 R d \mu}{24 E I} \ell_{сж}^3 \quad (8)$$

где $M_{сж}$ – значение распределенного момента сопротивления по сжатой части колонны, вращающейся вокруг собственной оси, Нм;

q – масса погонного метра бурильной трубы, кг;

R – радиус скважины, м;

d – наружный диаметр труб бурильной колонны, м;

μ – эффективный коэффициент трения;

EI – жесткость колонны на изгиб, Па $\cdot$ м²;

$l_{сж}$ – длина сжатого участка бурильной колонны, отсчитанная от забоя,

м.

Для растянутой части:

$$M_p = F_p \mu \frac{d}{2} \quad (9)$$

где F_p – реакция стенки скважины на бурильную колонну, Н.

Из выражения (7) можно найти значения осевой нагрузки для $M_{дв120}$ и $M_{дв160}$.

$$P_{01} = \frac{M_{h120}}{0,4 a_0 d_0^2 \left(1 + \frac{B}{\omega_h + \delta_0} \right)}; \quad (10)$$

$$P_{02} = \frac{M_{h160}}{0,4a_0d_0^2 \left(1 + \frac{B}{\omega_h + \delta_0} \right)}. \quad (11)$$

При этом $P_{01} = 112 \text{ кН}$, $P_{02} = 140 \text{ кН}$.

Определим удельную осевую нагрузку согласно отраслевой нормали Н554 – 61:

$$\bar{p}_0 = \frac{P_0}{D_0}, \quad (12)$$

где P_0 – осевая нагрузка, кН;

D_0 – диаметр долота, м,

$$\bar{p}_{01} = \frac{P_{01}}{D_0} = \frac{112}{0,214} = 523 \frac{\text{кН}}{\text{м}}; \quad \bar{p}_{02} = \frac{P_{02}}{D_0} = \frac{140}{0,214} = 654 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

По известной зависимости механической скорости бурения от удельной нагрузки на долото $v_{\text{мех}}(\bar{p}_0)$ согласно [4] определим механические скорости бурения. При этом необходимо учесть, что $\bar{p}_0 \leq 1000 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$ для пород средней твёрдости и долота диаметром 214 мм при линейной зависимости $v_{\text{мех}}(\bar{p}_0, n)$ имеем, $v_{\text{мех}2} = 18 \text{ м/ч}$, $v_{\text{мех}1} = 26 \text{ м/ч}$. Падение механической скорости проходки составило 8 м/ч или 31%.

Таким образом, возникновение биений бурильной колонны в процессе углубления скважины приводит к существенному понижению механической скорости бурения в связи с уменьшением крутящего момента на буровом инструменте.

Выводы.

1. Биения бурильной колонны приводят к существенному снижению мощности на породоразрушающем инструменте до 47%;
2. Снижение крутящего момента на долоте может достигать 48%;
3. Как следствие снижается осевая нагрузка на долоте, что приводит к уменьшению механической скорости бурения до 30%.

Список литературы

1. Быков И. Ю., Заикин С. Ф., Перминов Б. А., Перминов В. Б. Ягубов З. Х. Биения бурильной колонны в процессе углубления скважины // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2015. – №7. – С. 22 – 28.
2. Быков И. Ю., Заикин С. Ф., Перминов Б. А., Перминов В. Б. Влияние осевой нагрузки на динамику бурильной колонны // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2014. – №8. – С.22 – 28.
3. Погарский А. А., Чефранов К. А., Шишкин О. П. Оптимизация процессов глубокого бурения. – М.: Недра, 1981. – 296 с.
4. Сараян А. Е., Теория и практика работы бурильной колонны. – М.: Недра, 1990. – 263 с.
5. Юнин Е. К., Хегай В. К. Динамика глубокого бурения. – М.: Недра, 2004. – 286 с.

ПРОТОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРЫ НА МГД-ЭФФЕКТЕ

Кашаев Р.С.

профессор кафедры приборостроения и автоматизированного электропривода
Казанского государственного энергетического университета,
докт. тех. наук, профессор,
Россия, г. Казань

Матвеев Д.В., Шипилов И.А.

бакалавры кафедры приборостроения и автоматизированного электропривода,
Казанского государственного энергетического университета,
Россия, г. Казань

В статье предлагаются устройства выработки электроэнергии для питания датчиков на трубопроводах посредством использования энергии потока жидкости в трубопроводе.

Ключевые слова: выработка электроэнергии, поток жидкости, индукционный, магнитогидродинамический эффект.

Проблема получения электроэнергии от потоков жидкостей и газов в трубопроводах возникла в связи с необходимостью питания датчиков и приборов, установленных на трубопроводах в труднодоступных и удаленных районах нефтедобычи и нефтегазоперекачки. По техническому заданию ОАО «Татнефть» проточный генератор должен иметь параметры $U = 24$ В, $I = 4$ А.

Разрабатываемые в работе проточные источники электропитания (ПИЭ) предназначены для выработки электроэнергии на эффекте электромагнитной индукции (ЭМИ) и магнитогидродинамическом (МГД) эффекте, возникающих от потока проводящей жидкости (воды, скважинной жидкости) в трубе. Они могут быть применены, например, в качестве автономных ПИЭ для расходомера контроля объема жидкости закачиваемой воды в пласт на нагнетательных скважинах. Так может быть решена проблема электропитания расходомеров и передачи информации со скважин, находящихся на большом удалении от источников электропитания.

Диапазон расходов, требуемых в ТЗ ОАО «Татнефть» составляет $Q = 0 \div 50$ т/сутки. Это соответствует $Q = 0 \div 0,014$ м³/сек. Если брать внутренний диаметр трубы в $\varnothing = 0.1$ м (для закачки воды), то учитывая, что расход $Q = v \cdot S$, где v – скорость потока в м, S – сечение трубы в м², получим диапазон скоростей $v = 0 \div 4.6$ м/сек. Возьмем диапазон скоростей, принятый для промышленных расходомеров $v = 0 \div 12$ м/сек. Тогда, учитывая, что под действием магнитного поля $B = 10\,000$ Гаусс = 1 Тл, ионы, находящиеся в жидкости (проводимость жидкости должна быть не менее $5 \cdot 10^{-5}$ См·м) отдают свои заряды электродам, создавая на них ЭДС ε , пропорциональную скорости потока в соответствии с уравнением:

$$\varepsilon = B \cdot v \cdot \varnothing \cdot k \text{ (мВ)} \quad (1)$$

Подстановка значений $B = 1$ Тл, $v = 12$ м/с, $\varnothing = 0.01$ м дает $\varepsilon = 0.12$ В. В нашем случае постоянного напряжения используя формулу (1) очевидно,

что для достижения значения в $\varepsilon = 24$ В необходимы 24 канала протока рабочей среды. Методом повышения ЭДС в генераторе является также повышение электропроводности σ рабочей среды, которого можно добиться использованием трибоэлектрического эффекта. Нами предлагается вариант индукционного генератора, в котором осуществляется взаимодействие линейно перемещающегося магнитного поля B с движущейся проводящей средой. Благодаря взаимодействию тока носителей зарядов j и B в канале создается электромагнитная сила $f_{\text{Э}} = j \cdot B$. Если скорость потока $v > v_B$, скорости электромагнитного поля, т.е. рабочее тело опережает бегущее магнитное поле, то направление ЭМ силы $f_{\text{Э}}$ будет препятствовать движению рабочего тела. Часть механической энергии, затрачиваемой на преодоление тормозящей силы преобразуется в активную электрическую энергию, генерируемую в обмотке и питающую нагрузки в сети, к которой подключена обмотка. Канал работает в генераторном режиме.

Бегущее электромагнитное поле можно преобразовать во вращающееся магнитное поле (ВМП). Это дает еще один вариант индукционного генератора, в котором осуществляется взаимодействие ВМП с движущейся проводящей средой. Вводя понятие скольжения $s = (v_B - v)/v_B$ также, как и в классических асинхронных машинах имеем генераторный режим при $-\infty < s < 0$. Если линейная скорость $v = \omega_0 R$ будет $v > v_B$, (ω_0 – угловая скорость ВМП, R – радиус винтового проточного канала), т.е. рабочее тело опережает линейную скорость ВМП и канал работает в генераторном режиме. Для усиления эффекта предлагается в поток рабочего тела поместить магнитную турбинку, создающую дополнительный эффект взаимодействия среды с ВМП.

В предложенном нами МГД-генераторе (МГДГ) при движении среды поперёк магнитного поля возникают потоки носителей зарядов противоположных знаков. Особенность конструкции в отличие от прототипа [1] в том, что поток жидкости входит в цилиндрический канал ферромагнитного корпуса (форма трансформатор «горшкового» типа) и далее осуществляет движение в радиальном направлении по 24 каналам, боковые стенки которых представляют собой разнополярные электроды. Внутри корпуса расположены два кольцевых и один дисковый постоянных магнита, поля которых пронизывают потоки жидкости перпендикулярно вектору скорости ее движения. В результате на ионы солей в жидкости (образующие ее проводимость) действуют силы Лоренца, которые смещают заряды к стенкам каналов, тем самым формируя ЭДС ε .

Список литературы

1. Электрическая машина радиального движения жидкости / Курбасов А.С. патент №2346378 Рос.Фед. 23.10.2007.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР

Кашаев Р.С.

профессор кафедры приборостроения и автоматизированного электропривода
Казанского государственного энергетического университета,
докт. тех. наук, профессор,
Россия, г. Казань

Хуснияров И.Ф.

бакалавр кафедры приборостроения и автоматизированного электропривода,
Казанского государственного энергетического университета,
Россия, г. Казань

Как одно из решений проблемы выработки электроэнергии от тепла потоков жидкостей промышленных производств для электропитания автономных датчиков и средств автоматики в круглосуточном режиме предлагаются устройства на термоэлементах, основанные на эффекте Зеебека – преобразовании перепада температур от фазовых переходов под действием тепла солнца, воды и воздуха.

Ключевые слова: выработка электроэнергии, эффект Зеебека, перепад температур, поток жидкости, фазовый переход.

Проблема получения электроэнергии от тепла потоков жидкостей и газов тепловых электростанций, окружающей среды, бросового тепла промышленных производств и создания возобновляемых источников электроэнергии (ВИЭ) для электропитания автономных датчиков, средств автоматики в круглосуточном режиме является актуальной. Федеральный закон №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» также стимулировал развитие нетрадиционной энергетики.

Для питания автоматических датчиков в настоящее время широкое распространение получили электрогенераторы на фотоэлектрических элементах (ФЭ) – солнечных панелях. Но используемый ФЭ диапазон ультрафиолетовых длин волн $\lambda = 200-800$ нм охватывает только 58% всей энергетической эффективности солнечного излучения. 42% энергии Солнца лежит в диапазоне $\lambda = 800-3000$ нм и недоступна для ФЭ. Это область теплового (инфракрасного) излучения, которая может быть использована термоэлектрическими элементами для генерации электрического тока.

Как одно из решений проблемы более эффективного использования солнечной радиации предлагаются термоэлектрогенераторы (ТЭГ), основанные на эффекте Зеебека [1] – преобразовании перепада температур аккумуляторов тепла от Солнца, а также перепада температур окружающей среды и др.

Термопары в большом числе соединенные в термоэлектрический генераторный модуль (термоэлемент – ТЭ) позволяют получать значительные величины токов и напряжений. Так, термогенераторный модуль ТГМ-199-1,4-

1,5 обеспечивает выходное напряжение порядка 0.4 В и выходную мощность порядка 45 мВт при наличии минимальной разности температур 10 °С. Необходимое для устойчивой работы современных микросхем напряжение 30 мВ обеспечивается уже при разности температур в 2-3 °С.

Простейшим ТЭГ является проточный, работающий на перепаде температур проточной жидкости (воды или нефти) и окружающего пространства, как например разность температур воды артезианской скважины и нефти со скважины и окружающей среды. Перепад температур ΔT может составлять для воды $\Delta T = 20-30$ °С, а для нефти зимой $\Delta T = 60-80$ °С. На ТЭГ, разработанном нами на этом принципе на 12 ТЭ нами достигнуты значения разности потенциалов $V_{BA} = 10-14$ В. Эксперименты, поставленные нами с термоэлементами ТЕС-127-06С (на 127 термopарах) показали, что на одном ТЭ можно достичь ЭДС в 30 мВ/град.

Другой оригинальный способ получения термоэлектрогенерации – использование нагрева теплоаккумулирующего рабочего вещества в тепловом/солнечном коллекторе днем и роста перепада температур за счет экзотермического эффекта при остывании рабочего вещества ночью.

Термоэлектрические зависимости для теплоаккумулирующих материалов (ТАМ) – кристаллогидратов $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ демонстрируют максимум экзотермического пика термоЭДС $U(t)$ для $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, экзотермический фазовый переход (ФП) которого на термоэлементе ТЕС-127-06С ведет к скачку термоЭДС $\Delta U \approx 0.3-0.4$ В, причем выделение тепла растянуто на 3 часа. Это дает возможность использования данного ТАМ и ТЕС-127-06С для выработки электроэнергии даже при малом (30-40°С) перепаде температур. Нами разработаны ТЭГ круглосуточной генерации электрической энергии от перепада температур окружающей среды, описанные в работах [2-4] и защищенные патентами РФ [5-6]. В них используется батарея термоэлементов, горячим спаем контактирующая с тепловым/солнечным коллектором из параболической емкости с рабочим веществом РВІ. В ТЭГ тепло среды и солнца аккумулируется днем и используется ночью от скачка температур при экзотермическом эффекте.

Список литературы

1. Самойлович А.Г. Термоэлектрические и термомагнитные методы превращения энергии. М.: 2007. ЛКИ. 224 с.
2. Кашаев Р.С., Масиаб А.Г.Н. Фазовые переходы – источник электроэнергии // Энергетика Татарстана. -2013. -№4. -С.347-354.
3. Кашаев Р.С., Масиаб А.Г.Н. Круглосуточный автономный источник электроэнергии, использующий температуру окружающей среды // Фундаментальные исследования. -2013.- №10 (ч. 8). -С.1724-1729.
4. Kashaev R.S.-H., Masiab A.G.N. Phase transitions in some phase changing organic materials studied by nuclear magnetic resonance relaxometry // Chemical and Materials Engineering. -2013, -V.1(3), -PP.78-84.
5. Термоэлектрический генератор / Р.С.Кашаев, А.Г.Н. Масиаб: патент № 135450 Рос.Федерация. № 2013133273 заяв. 16.07.2013. Бюл. № 34, 5 с.
6. Термоэлектрический автономный источник питания / Р.С.Кашаев, А.Г.Н. Масиаб патент № 134698 Рос.Федерация. № 2013133275; заяв.16.07.2013. Бюл. № 32, 7 с.

СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИЕЙ

Козелков О.В.

заведующий кафедрой приборостроения и автоматизированного электропривода
Казанского государственного энергетического университета,
канд. тех. наук, доцент,
Россия, г. Казань

Кашаев Р.С.

профессор кафедры приборостроения и автоматизированного электропривода
Казанского государственного энергетического университета,
докт. тех. наук, профессор,
Россия, г. Казань

Нургалиева А.Р.

магистрант кафедры приборостроения и автоматизированного электропривода
Казанского государственного энергетического университета
Россия, г. Казань

В работе описана структура энергоснабжения котельных топливной водо-мазутной эмульсией. Предлагается автоматическая система поддержания концентрации воды в эмульсии.

Ключевые слова: энергоснабжение котельных, топливная эмульсия, автоматическая система, концентрация воды.

Мировая энергетика все в большей степени делает ставку на топливные эмульсии как альтернативу тяжелым нефтяным остаткам в качестве топлива для тепловых электростанций (ТЭС). Использование, водо-мазутных (битумных) эмульсий (ВМЭ) дает преимущества связанные с диспергированием топлива за счет взрыва капель в пламени факела, т.е. быстрое и практически полное сгорание эмульсии и конверсия углерода, возможность сжигания при малых концентрациях кислорода; низкая температура сжигания и снижение на порядок выбросов в атмосферу полиароматических канцерогенных соединений. Использование водо-мазутных эмульсий на ТЭС и котельных позволяет экономить мазут, при этом оборудование котлов ТЭС и котельных требует минимальной адаптации, затраты на которое окупаются в течение нескольких месяцев.

Применение обводненных жидких топлив в виде эмульсий является экономически целесообразным. Появляется возможность использовать большое количество бросовых, сильно обводненных нефтяных остатков. Добавление воды к котельному топливу и поддержание его в определенном соотношении позволяет экономичнее расходовать топливо и имеет важное значение с точки зрения экологии, так как в атмосферу выделяется меньшее количество продуктов сгорания [1].

Для использования водо-мазутных эмульсий (ВМЭ) необходима система поддержания концентрации воды в ВМЭ при определенном значении $20 \pm 2\%$. Нами предложена реализация системы поддержания этой концентрации на примере котельной ДКВР–10–13. В качестве вида топлива принят мазут с теплотворной способностью $Q_n^p = 9170 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$.

В системе поддержания концентрации ВМЭ необходимо регулировать процентное соотношение воды в смеси поступающей в котел, и поддерживать это соотношение, что можно осуществить отслеживая количество воды в смеси с помощью датчика технологического параметра на основе проточного экспресс-анализатора ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Из всех известных методов ЯМР является единственным, контролирующим концентрацию воды, нефти и газа во всем диапазоне 0 – 100% [2]. ВМЭ образуется смешением котельного топлива (мазут) и воды.

Структурная схема управления выглядит в виде, представленном на рис. 1.

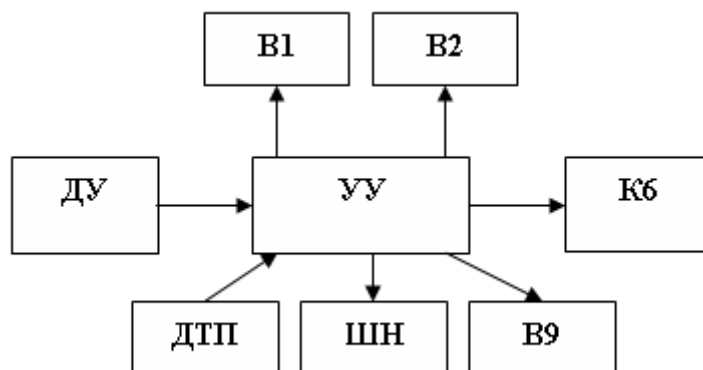


Рис. 1. Структурная схема управления

Основными элементами в данной схеме являются управляющее устройство (УУ), которое получает сигналы с датчиков и посылает соответствующие сигналы на исполнительные органы, ДУ – датчик уровня, ДТП – датчик технологического параметра, ШН – шестеренный насос, В1, В2, В9 – вентили, К6 – клапан. В схемах управления электроприводами используются бесконтактные переключающие устройства, получившие название логических элементов. Они используются вместо электромагнитных контактных реле управления. На основе логических элементов формируются бесконтактные схемы, выполняющие логические функции управления, защиты и блокировок. Достоинством таких схем является высокая надежность, малые габариты, низкое энергопотребление.

Список литературы

1. Кашаев Р.С., Малацион С.Ф., Самигуллин Ф.М., Матухин В.Л. Температурная зависимость структурно-динамических параметров и методика экспресс-анализа топливных водо-битумных эмульсий на основе метода ЯМР// Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. -2003, -№. -С.11-12.

2. Кашаев Р.С. Автоматизированный электропривод и средства контроля в технологических и измерительных комплексах нефтяной промышленности. Казань: Казан.гос. энерг. ун-т, -2010. – 363 с.

МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

Комраков А.А.

магистр по направлению «Прикладная информатика»,
Технологический университет,
Россия, г. Королев

В статье рассмотрены методы цифровой модуляции, использующиеся в современных беспроводных сетях.

Ключевые слова: беспроводные сети, цифровая модуляция, цифровой сигнал.

В настоящее время всё шире используются вычислительные сети где в качестве носителя информации выступают волны СВЧ диапазона. В таких сетях передаётся не непрерывный модулирующий сигнал, а дискретный, представляющий собой последовательность символов принимающих значения из конечного множества $\{n_1, n_2, \dots, n_k\}$ [1-5]. В данной статье будут рассматриваться способы преобразования этого цифрового сигнала в аналоговый модулированный сигнал.

Процесс преобразования последовательности кодовых символов в последовательность элементов сигнала называется манипуляцией.

Обычно используется следующий подход – каждому из возможных значений символа сопоставляется набор параметров несущего колебания. Так как цифровой информационный сигнал является дискретными, состоящим из конечного числа символов (например $\{0,1\}$), дискретным является также и возможный набор значений каждого из параметров.

Несущий сигнал содержит три параметра которые могут быть использованы, исходя из этого существуют следующие типы манипуляций (рис. 1):

- амплитудная манипуляция (ASK англ. amplitude-shift keying) – для представления символов используется конечное число уровней амплитуды;
- частотная манипуляция (FSK англ. frequency-shift keying) – используется конечное число изменений частоты;
- фазовая манипуляция (PSK англ. phase-shift keying) – используется конечное число изменений фазы;
- квадратурная амплитудная манипуляция (QAM англ. quadrature amplitude modulation) используется конечное число, но не менее двух изменений фазы и не менее двух изменений амплитуды.

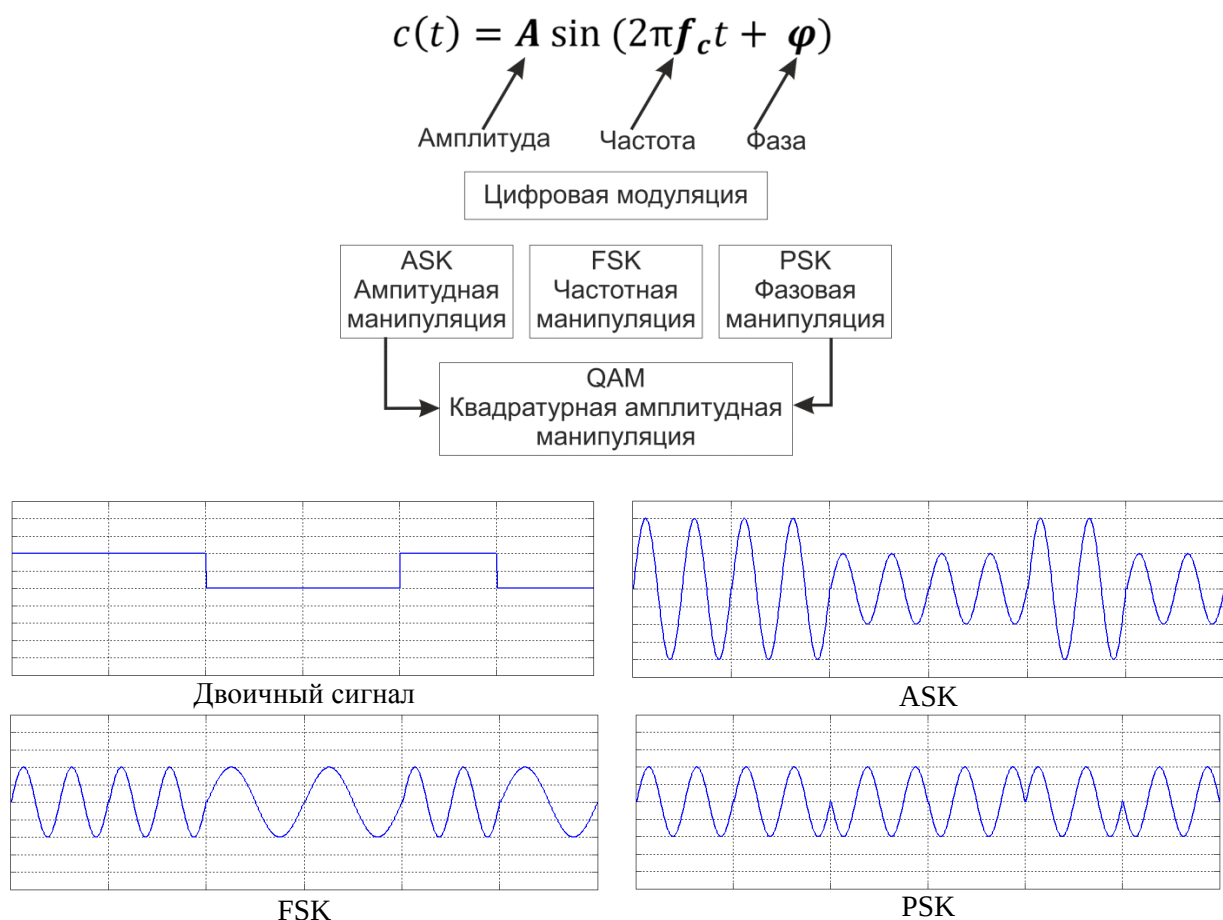


Рис. 1. Типы манипуляций

При **амплитудной модуляции** символы представляются разной амплитудой сигнала. Модулированный сигнал имеет вид:

$$s(t) = A(c(t) + B) * \sin(2\pi f_c t + \varphi) \quad (1)$$

где $c(t)$ – информационный цифровой сигнал, A , B и φ – постоянные, $0 \leq B$

Если множество возможных значений $c(t)$ ограничено $\{0,1\}$, а $B=0$, то амплитуда сигнала принимает значение 0 при нулевом значении информационного сигнала и A при единичном, тогда модулированный сигнал имеет вид:

$$s(t) = Ac(t) * \sin(2\pi f_c t + \varphi) \quad (2)$$

Такой вид модуляции называется так же OOK (англ. On-Off Keying, Включено-Выключено).

Несмотря на то что мы можем использовать много уровней сигнала обычно реализуются только два: $\{0,1\}$.

Амплитудные виды модуляции имеют невысокую энергетическую эффективность, не обладают высокой помехоустойчивостью, однако достаточно просты в реализации. Ввиду указанных недостатков амплитудные виды модуляции находят ограниченное применение.

При **частотной манипуляции (FSK)** носителем информации является несущая частота:

$$s(t) = A \cos(\omega_c t + \varphi_0) \cos(\omega_d c(t)) - A \sin(\omega_c t + \varphi_0) \sin(\omega_d c(t)) \quad (3)$$

где ω_c – постоянная центральная частота сигнала, ω_d – девиация (изменение частоты), $s(t)$ – информационный сигнал, φ_0 – начальная фаза.

В случае двоичного информационного сигнала $\{0,1\}$ кодируемым символам ставится в однозначное соответствие изменение частоты сигнала $\{\omega_c - \omega_d, \omega_c + \omega_d\}$

Многопозиционная (многоуровневая) модуляция M-FSK формируется как и другие многопозиционные виды модуляции, путем группировки бит в символы и введением взаимно-однозначного соответствия между множеством значений символа и множеством значений частоты модулированного колебания.

Частотная модуляция с минимальным сдвигом (MSK) может рассматриваться как частотная модуляция с непрерывной фазой. Основная особенность этого способа модуляции состоит в том, что приращение фазы несущего колебания на интервале времени, равном длительности T_c одного символа, всегда равно $+90^\circ$ или -90° в зависимости от знаков символов модулирующего сигнала. Поскольку на интервале каждого очередного импульса модулирующего сигнала мгновенная фаза несущего колебания, отклоняясь от фазы немодулированного гармонического колебания, изменяется линейно, увеличиваясь или уменьшаясь, то мгновенная частота такого радиосигнала будет изменяться скачками. Такой вид модуляции обладает высокой спектральной эффективностью.

Для ограничения спектра сигналов FSK и MSK часто применяется фильтр Гаусса. Соответствующие типы модуляции называются GFSK (англ. Gaussian Frequency Shift Keying) и GMSK (англ. Gaussian Minimum Shift Keying). Модуляция GMSK используется в стандарте GSM.

Фазоманипулированный сигнал имеет следующий вид:

$$s(t) = A \sin(2\pi f_c t + \varphi_0 + \varphi(t)) \quad (4)$$

где A и φ_0 – постоянные, f_c – несущая частота. Информация кодируется изменением фазы $\varphi(t)$.

К разновидностям фазоманипулированного сигнала относятся:

Двоичная фазовая модуляция (BPSK англ. Binary Phase Shift Keying), когда информационный сигнал принимает значения $\{0,1\}$ которым ставится в однозначное соответствие множество изменений фазы $\{0, \pi\}$

При квадратурной фазовой модуляции (QPSK англ. Quadrature Phase Shift Keying) информационный сигнал представлен множеством из четырёх символов дибитов – $\{00,01,10,11\}$ которым ставится в соответствие изменение фазы $\{\frac{\pi}{4}, -\frac{\pi}{4}, -\frac{3\pi}{4}, \frac{3\pi}{4}\}$. Каждому значению фазы модулированного сигнала соответствует 2 бита информации, следовательно изменение модулирующего сигнала при QPSK-модуляции происходит в 2 раза реже, чем при BPSK-модуляции при одинаковой скорости передачи информации.

Многопозиционная фазовая модуляция (M-PSK) формируется путем группировки в символы и введением взаимно-однозначного соответствия между множеством значений символа и множеством значений сдвига фазы

модулированного колебания. Значения сдвига фазы из множества отличаются на одинаковую величину.

Для кодирования передаваемой информации можно использовать не один параметр несущего колебания, а два одновременно. Модуляция, при которой происходит одновременное изменение двух параметров несущего колебания – амплитуды и фазы называется **амплитудно-фазовой модуляцией (QAM)**. В QAM используется две несущих с одинаковой частотой, но с разницей в фазе на четверть периода.

$$s(t) = I(t) \cos(2\pi f_0 t) + Q(t) \sin(2\pi f_0 t) \quad (5)$$

где $I(t)$ и $Q(t)$ модулирующие сигналы, f_0 – несущая частота.

Сигнал полученный в результате такой модуляции обычно изображают в виде сигнального созвездия, где по вертикали и горизонтали откладывают равные интервалы согласно возможным значениям модулирующих сигналов. Количество точек на полученной диаграмме обычно равно двум в степени (8,16,32,64,256),

Например, в 16-ти позиционной QAM (16-QAM) существует по четыре возможных значения для каждой из квадратурных компонент I и Q. Этим достигаются 16 значений суммарного сигнала (рис. 2).

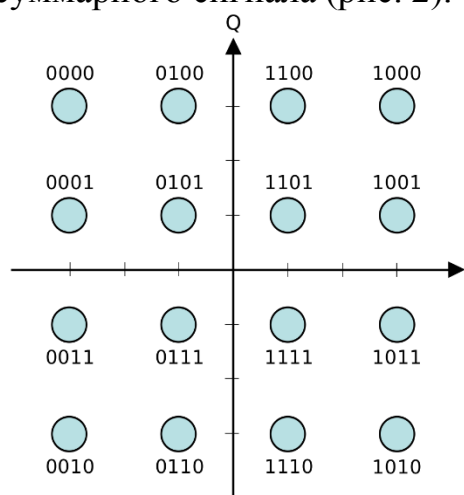


Рис. 2. Сигнальное созвездие 16-позиционного QAM сигнала

Очевидно, что чем выше уровень модуляции, тем большими скоростными возможностями (таблица) и меньшей помехоустойчивостью она обладает.

Таблица

Теоретическая эффективность использования полосы пропускания

Вид манипуляции	Эффективность (бит/с/Гц)
BPSK	1
QPSK	2
8-PSK	3
16-QAM	4
32-QAM	5
64-QAM	6
256-QAM	8

Согласно исследованиям [6] при числе уровней $M \leq 4$ QPSK является спектрально и энергетически наиболее эффективным видом модуляции. При

числе уровней $M > 4$ наиболее эффективным является QAM. С учётом того что QPSK является частным случаем QAM при $M=4$, можно считать Можно считать QAM наиболее эффективным видом модуляции.

Современные стандарты беспроводной связи WiMAX, LTE, и последние версии WiFi используют модуляции BPSK, QPSK и QAM.

Список литературы

1. Артющенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В. М. Артющенко, Т.С. Аббасова, Б. А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – №3(68). – С.67–72.
2. Артющенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артющенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – №1(49). – С.33–43.
3. Артющенко, В. М. Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоковым кодированием [Текст] / В. М. Артющенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2010. Т.6. №4. С.3 – 6.
4. Артющенко, В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений [Текст] / В. М. Артющенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №2. С.18 – 24.
5. Behrouz A. Forouzan «Data Communications and networking», 4rd ed., 2007.
6. Сагдиев Р.К. Цифровая модуляция. Исследование энергетической эффективности различных видов модуляции.

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

Костылева В.М.

начальник отдела химии Федерального государственного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт
стандартизации материалов и технологий»,
Россия, г. Москва,

Муратова Н.М.

заместитель директора по науке Федерального государственного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации ма-
териалов и технологий», канд. хим. наук,
Россия, г. Москва,

Анцыферов С.С.

заведующий кафедрой метрологии и стандартизации Московского государ-
ственного университета информационных технологий, радиотехники и элек-
троники, докт. тех. наук, профессор,
Россия, г. Москва

В статье рассмотрены основные подходы к разработке системы менеджмента каче-
ства распределенного испытательного центра.

Ключевые слова: распределенный испытательный центр, испытания, исследования, измерения, испытательная лаборатория, испытательный центр, система менеджмента качества, руководство по качеству.

Распределенный испытательный центр (далее – РИЦ) представляет собой сложное организационное образование, объединяющие в единое целое различных специалистов, экспертов, испытательные лаборатории и центры, работающие над разными частями одной задачи [1-2].

Сложность построения системы менеджмента качества (далее – СМК) РИЦ состоит в том, что в его состав могут входить аккредитованные на соответствие требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 [3] и критериям аккредитации [4] испытательные лаборатории (центры), обладающие своей СМК согласно [4], лаборатории производственных предприятий, имеющих, как правило, СМК, отвечающую требованиям ГОСТ ISO 9001-2011 [5], так и неаккредитованные исследовательские лаборатории институтов и предприятий. СМК РИЦ должна охватывать как деятельность самого центра в целом, так и структурных единиц, входящих в его состав. При этом СМК РИЦ и СМК испытательных лабораторий и центров, входящих в его состав, не должны противоречить друг другу.

Разработка СМК РИЦ осложняется также отсутствием нормативного документа, устанавливающего правила, принципы, требования к построению СМК такой структуры как РИЦ. Наиболее близким по поставленным задачам является ГОСТ 31890-2012 [6], однако, он распространяется на неклинические исследования медицинской и экологической безопасности.

Разработка СМК РИЦ должна начинаться с разработки структуры руководства по качеству (далее – РК), в котором следует отразить полный цикл деятельности РИЦ. СМК РИЦ должна быть направлена на определение и управление системой взаимосвязанных процессов в целях достижения большей результативности и эффективности.

Разработка СМК РИЦ требует многогранной оценки, разработки конкретных мероприятий, неразрывно связанных с деятельностью центра, оценки рисков, выделением внешних и внутренних факторов, способных повлиять на результаты испытаний. При разработке СМК особое внимание следует уделить взаимосвязи РИЦ со структурными единицами (испытательными центрами и лабораториями).

В РК прежде всего должна быть установлена область применения СМК РИЦ, которая должна распространяться на все места осуществления деятельности РИЦ, а также на места осуществления временных работ. Приводимая в РК политика в области качества деятельности РИЦ должна быть поддержана и разделяема всеми ее структурными единицами.

В РК должны быть прописаны права и обязанности всех участников деятельности РИЦ, в том числе права и обязанности структурных единиц по отношению к РИЦ, а также меры предотвращения и разрешения конфликта интересов. Важно описать правила обеспечения компетентности всех сотрудников РИЦ и контроля за их деятельностью.

Для всех лабораторий (центров), входящих в состав РИЦ, должны быть определены единые правила по обращению с объектами исследований/испытаний/измерений, испытательным оборудованием и средствами измерений, обеспечению и контролю условий проведения исследований/испытаний/измерений, управлению качеством результатов.

В ходе выполнения работ сотрудникам РИЦ могут быть предоставлены документы, содержащие конфиденциальные сведения, поэтому очень важно установить правила обеспечения конфиденциальности информации.

СМК РИЦ должна быть направлена на оптимизацию и обеспечение качества внутренних процессов. Такая сложная структура с организационной точки зрения, как РИЦ, должна иметь четкую систему документооборота. СМК должна предусматривать разработку, согласование, утверждение документов, направленных на упорядочивание деятельности, обеспечивая прослеживаемость и прозрачность процессов. Должны быть документально оформлены программы, процедуры и инструкции в объеме, необходимом для обеспечения качества. Вся разработанная документация должна быть доведена до сведения всех структурных единиц РИЦ.

При возникновении в ходе выполнения задач РИЦ необходимости в проведении дополнительных исследований/испытаний/измерений возможно привлечение лабораторий (центров), не входящих в состав РИЦ. Для обеспечения качества таких дополнительных работ в РК РИЦ должна быть предусмотрена специальная процедура.

Разработка, внедрение и поддержание в рабочем состоянии СМК будет способствовать эффективному управлению всей деятельностью РИЦ.

Список литературы

1. Скобелев Д.О., Муратова Н.М., Саранцева М.И., Косоруков И.А., Мезенцева О.В. О путях развития национальной испытательной (лабораторной) базы [Текст] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – Том 78. – № 1, часть 1. – С. 112
2. Д.О. Скобелев, С.Ю. Ветехин, Н.М. Муратова, В.М. Костылева. Распределенный испытательный центр для обеспечения безопасности и качества композитов и изделий из них [Текст] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2014. – 10(80)
3. ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – Введ. 2012-01-01. – М. : Стандартинформ, 2012 – 36 с.
4. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 30 мая 2014 г. № 326 «Об утверждении критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации»
5. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования. – Введ. 2013-01-01. – М. : Стандартинформ, 2013 – 36 с.
6. ГОСТ 31890-2012. Принципы надлежащей лабораторной практики (GLP). Организация и управление исследованиями, проводимыми на нескольких испытательных площадках. – Введ. 2013-01-01. – М. : Стандартинформ, 2013 – 16 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПСЕВДОЦВЕТОВОГО КОДИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Кузнецов М.М.

доцент кафедры специальных устройств и технологий,
Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
кандидат технических наук,
Россия, г. Новосибирск

В статье рассматривается использование метода псевдоцветового кодирования оптических изображений для контроля печатных плат.

Ключевые слова: псевдоцветовое кодирование оптических изображений, печатная плата.

Многие изделия электронной техники (ИЭТ), такие как фотошаблоны (ФШ), печатные платы (ПП) и интегральные схемы (ИС), несмотря на различие по материалам и технологии изготовления, характеризуются одинаковыми элементами топологии (ЭТ), которые представляют собой объединение различных геометрических фигур, и с точки зрения дефектоскопического контроля могут считаться плоскими. В большинстве случаев такими фигурами являются прямоугольники со сторонами, параллельными сторонам ИЭТ, круги, кольца. Предметом контроля ИЭТ является наличие, целостность и размеры ЭТ, точность их расположения относительно друг друга и (или) относительно условной координатной сетки. Кроме того, в процессе контроля определяются элементы, не являющиеся составными частями исходного рисунка (лишние и отсутствующие ЭТ).

Объем обрабатываемой информации дополнительно возрастает, если необходимо выявлять дефекты фотолитографии, диффузии, оксида и межслойного диэлектрика, так как при этом приходится анализировать многоградационное и цветное изображение ИС[6].

Непрерывное изображение в общем случае представляется трехмерной функцией 1 [5].

$$S(x, y, t) = \int_0^{\infty} Z(x, y, t, \lambda) \cdot f(\lambda) d\lambda, \quad (1)$$

где $Z(x, y, t, \lambda)$ – распределение энергии источника светового излучения; x, y – пространственные координаты; t – время; λ – длина волн; $f(\lambda)$ – спектральная чувствительность датчика.

При этом цифровые методы обработки изображений решает три основные задачи – улучшение качества изображения для улучшения его восприятия человеком, запись изображения с целью его хранения и преобразование пространственного изображения в последовательность электрических сигналов для передачи, например, со спутника на Землю.

До сих пор не существует общепринятой точки зрения, где целесообразно закончить компьютерную обработку изображения и перейти к визуальному анализу обработанной картины.

При этом, улучшение качества изображения, понимается весьма субъективно. Большинство исследователей сходится на том, что улучшение изображения – это увеличение или ослабление контраста, общее усиление или ослабление изображения, а также кодирование черно-белых изображений в псевдоцветные [3].

Используя метод псевдоцветового кодирования, сущность которого описана в работах [1, 4], автор статьи получил псевдоцветовое изображение участка печатной платы рисунок 1, представленное на рисунке 2 и монтажного винта платы, смотри рисунок 3.

Следует отметить, что представленный метод может использоваться и для контроля шероховатости поверхности [7], а так же для контроля прозрачных объектов [2].



Рис. 1. Участок печатной платы



Рис. 2. Исходное и псевдоцветовое изображение участка печатной платы

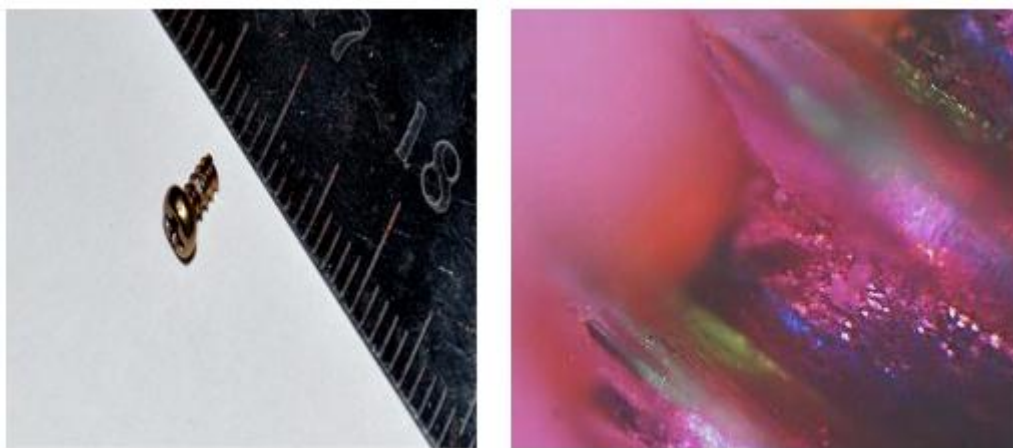


Рис. 3. Изображение винта и псевдоцветовое изображение его участка, увеличение 56^x

Вывод: использование метода псевдоцветового кодирования оптических изображений для контроля печатных плат может повысить качество визуального контроля выше указанных изделий.

Список литературы

1. Кузнецов, М.М. Повышение контраста и информативности изображений на основе спектральной и пространственно-угловой фильтрации излучения. [Текст] / М.М. Кузнецов, О.К. Ушаков, В.М. Тымкул, М.Ф. Носков // Вестник СГГА, №2(13), 2010, с-96-100.
2. Кузнецов, М.М. Контроль оптических деталей методом псевдоцветового аналогового кодирования [Текст] / М.М. Кузнецов // Сб. матер. VI Междунар. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь-2010», 19–29 апреля 2010 г., Новосибирск. –Новосибирск: СГГА, 2010. – Т. 5, ч. 1. – С. 190–192.
3. Кузнецов М.М. Совершенствование оптических методов псевдоцветового кодирования изображений для фотометрических измерений. Автореф. кандидат. диссер. СГГА: 2011. – 16с.
4. Носков, М.Ф. Выделение малоконтрастных элементов на фотографических снимках [Текст] / М.Ф. Носков, И.Н. Белоус, М.С. Комбаров, М.М. Кузнецов // Сб. матер. II Междунар. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь-2006», 24–28 апреля 2006 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2006. – Т. 4. – С. 114–117.
5. Прэтт, У. Цифровая обработка изображений: В 2 кн. – М.: Мир, 1982. – 790 с.
6. Системы оптической локации технологического контроля интегральных схем [Текст]: монография / М.Я. Воронин, И.Н. Карманов, М.М. Кузнецов, И.В. Лесных, А.В. Синельников; под общ. Ред. М.Я. Воронина. –Новосибирск: СГГА, 2013. –239с.
7. Способ бесконтактного измерения параметров шероховатости поверхности. Патент №2535519 от 14.10.2014. Овчинников С.С., Носков М.Ф., Тымкул В.М., Чесноков Д.В., Кузнецов М.М.

МЕТОДИКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ АСТАТИЧЕСКОЙ МАЛОКОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Малёв Н.А.

доцент кафедры приборостроения и автоматизированного электропривода
Казанского государственного энергетического университета,
Россия, г. Казань

Погодицкий О.В.

доцент кафедры приборостроения и автоматизированного электропривода
Казанского государственного энергетического университета,
канд. техн. наук, доцент,
Россия, г. Казань

Львова Т.Н.

доцент кафедры приборостроения и автоматизированного электропривода
Казанского государственного энергетического университета,
канд. физ.-мат. наук, доцент,
Россия, г. Казань

Тукаева Е.П.

лаборант кафедры приборостроения и автоматизированного электропривода
Казанского государственного энергетического университета,
Россия, г. Казань

Рассмотрен инженерный метод синтеза регулятора положения для астатических электроприводов, обеспечивающий высокую точность и малую колебательность переходных процессов. Показан порядок расчета желаемой передаточной функции системы с применением дифференцирующего контура первого порядка. Приведен пример синтеза и моделирования системы управления электропривода с астатизмом первого порядка.

Ключевые слова: синтез, регулятор, астатизм, точность, колебательность.

В современных механотронных системах применяются высокоточные системы управления электроприводов (СУЭП). Проблема обеспечения точности сопряжена с увеличением колебательности процесса управления, что негативно сказывается на энергосбережении. Ряд методик [1, 2] позволяет уменьшить колебательность СУЭП, приближая процесс управления к апериодическому. Так, при синтезе регулятора на основе требований к динамической точности принимают показатель колебательности $M = 1,1 \div 1,3$. При использовании номограмм Солодовникова минимальное перерегулирование составляет 10%. Уменьшение колебательности и перерегулирования возможно при использовании методов модального управления, когда характеристический многочлен задается в стандартной форме биномиального распределения.

Перечисленные методы не позволяют в полной мере обеспечить переходные процессы, близкие к апериодическим, при условии сохранения требуемой точности. В статье предлагается устранить этот недостаток при синтезе регулятора положения $W_{рп}(s)$ на этапе формирования желаемой передаточной функции $W_{ж}(s)$, которая рассчитывается исходя из требований к порядку астатизма, показателю колебательности M , а также установившимся ошибкам при отработке заданных угловых параметров движения исполнительного вала электропривода.

В статье рассматривается синтез регулятора положения электропривода с астатизмом первого порядка. Для расчётов приняты следующие параметры:

- максимальная угловая скорость нагрузки $\Omega_{\max} = 0,992$ рад/с;
- максимальное угловое ускорение нагрузки $\varepsilon_{\max} = 0,623$ рад/с²;
- ошибка по скорости $\Delta\alpha_{\Omega} = 15$ угл. мин;
- ошибка по ускорению $\Delta\alpha_{\varepsilon} = 15$ угл. мин;
- показатель колебательности $M = 1,1$.

Передаточная функция неизменяемой части для разомкнутой системы

$$W_H(s) = \frac{6,0265}{0,000014s^3 + 0,0078s^2 + s}.$$

Добротность по скорости

$$K_{\Omega} = \sqrt{2} \frac{\Omega_{\max}}{\Delta\alpha_{\Omega}} = \sqrt{2} \frac{0,992}{0,052} = 26,98 \text{ с}^{-1}.$$

Базовая частота

$$\omega_0 = \sqrt{\sqrt{2} \frac{\varepsilon_{\max}}{\Delta\alpha_{\varepsilon}}} = \sqrt{\sqrt{2} \frac{0,623}{0,052}} = 4,116 \text{ с}^{-1}.$$

Желаемые постоянные времени определяются по формулам

$$T_{3ж} = \frac{\sqrt{M(M-1)}}{\omega_0(M+1)} = \frac{\sqrt{1,1(1,1-1)}}{4,116(1,1+1)} = 0,038 \text{ с};$$

$$T_{2ж} = \frac{1}{\omega_0} \sqrt{\frac{M}{M-1}} = \frac{1}{4,116} \sqrt{\frac{1,1}{1,1-1}} = 0,806 \text{ с}.$$

При заданном показателе колебательности $M = 1,1$ значение протяжённости участка желаемой ЛАЧХ с наклоном -40 дБ/дек $h_1 = 2,05$ и соответствующая постоянная времени

$$T_{1ж} = T_{2ж} h_1 = 0,806 \cdot 2,05 = 1,65 \text{ с}.$$

Желаемая передаточная функция для электропривода с астатизмом первого порядка

$$\begin{aligned} W_{ж}(s) &= \frac{K_{\Omega}(T_{2ж}s + 1)}{s(T_{1ж}s + 1)(T_{3ж}s + 1)} = \frac{26,98(0,806s + 1)}{s(1,65s + 1)(0,038s + 1)} = \\ &= \frac{21,746s + 26,98}{0,0627s^3 + 1,688s^2 + s}. \end{aligned} \quad (1)$$

В результате расчетов с применением формулы (1) имеем передаточную функцию регулятора положения

$$W_{\text{рп}}(s) = \frac{0,0003044s^4 + 0,17s^3 + 21,96s^2 + 26,98s}{0,3779s^3 + 10,17s^2 + 6,027s},$$

откуда видно, что порядок числителя передаточной функции $W_{\text{рп}}(s)$ больше порядка знаменателя, что говорит о невозможности физической реализации подобной структуры. Переходим к построению ЛАЧХ регулятора положения с последующей её аппроксимацией пятью асимптотами с целью упрощения передаточной функции.

ЛАЧХ регулятора положения представлена на рис. 1.

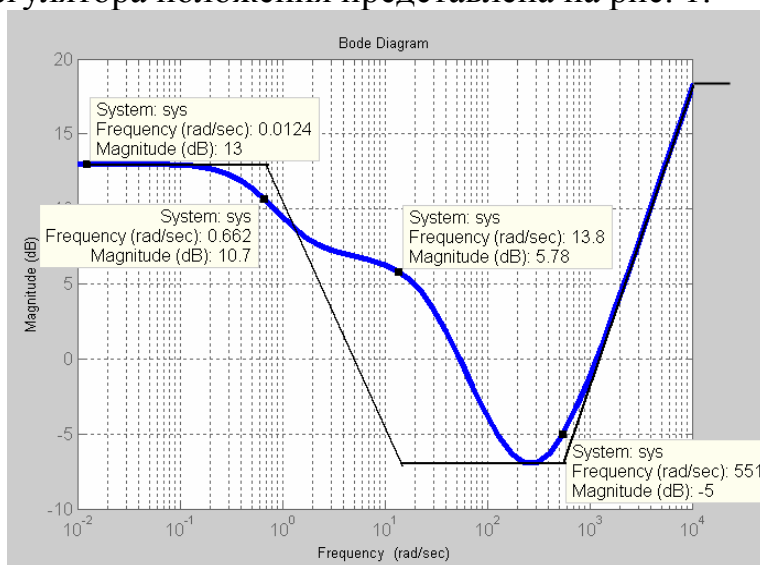


Рис. 1. ЛАЧХ регулятора положения

С учетом полученных значений передаточная функция синтезированного регулятора положения принимает вид:

$$W_{\text{рп}}(s) = \frac{k_{\text{рп}}(T_2s + 1)(T_3s + 1)}{(T_1s + 1)(T_4s + 1)} = \frac{4,467(0,072s + 1)(0,0018s + 1)}{(1,51s + 1)(0,0001s + 1)}.$$

Результаты моделирования показали, что ступенчатое воздействие обрабатывается без ошибки за примерно за 6 с, с перерегулированием 52%, что говорит о значительной колебательности системы.

Ошибка по скорости $\Delta\alpha_\Omega$ составляет менее 15 угл. мин, что соответствует требуемой точности. Для уменьшения колебательности переходного процесса в соответствии предложенной методикой рассчитываем параметры дифференцирующего контура. Строим желаемые ЛЧХ. Частота среза желаемой ЛАЧХ составляет $\omega_{\text{жс}} = 12 \text{ с}^{-1}$. Тогда постоянные времени

$$T_{\text{дк}} = \frac{1}{\omega_{\text{жс}}} = \frac{1}{12} = 0,0833 \text{ с}; \tau = 0,001 \text{ с}$$

и передаточная функция дифференцирующего контура

$$W_{\text{дк}}(s) = \frac{T_{\text{дк}}s + 1}{\tau s + 1} = \frac{0,0833s + 1}{0,001s + 1}.$$

Находим новую желаемую передаточную функцию

$$W'_{\text{ж}}(s) = W_{\text{дк}}(s)W_{\text{ж}}(s) = \frac{T_{\text{дк}}s + 1}{\tau s + 1} \frac{K_{\Omega}(T_2s + 1)}{s(T_1s + 1)(T_3s + 1)} =$$

$$= \frac{0,0833s + 1}{0,001s + 1} \frac{21,746s + 26,98}{0,0627s^3 + 1,688s^2 + s} = \frac{1,826664s^2 + 24,01232s + 26,98}{0,0000627s^4 + 0,064388s^3 + 1,689s^2 + s}.$$

Определяем ЛАЧХ регулятора положения с учетом передаточной функции $W'_{\text{ж}}(s)$. Аппроксимируем полученную ЛАЧХ пятью асимптотами и вычисляем параметры передаточной функции регулятора положения $W'_{\text{рп}}(s)$.

$$W'_{\text{рп}}(s) = \frac{k'_{\text{рп}}(T'_2s + 1)(T'_3s + 1)}{(T'_1s + 1)(T'_4s + 1)} = \frac{4,467(s + 1)(0,0154s + 1)}{(1,98s + 1)(0,001s + 1)}$$

Результаты повторного моделирования представлены на рис. 2.

$\alpha_3(t)$, $\alpha(t)$, рад

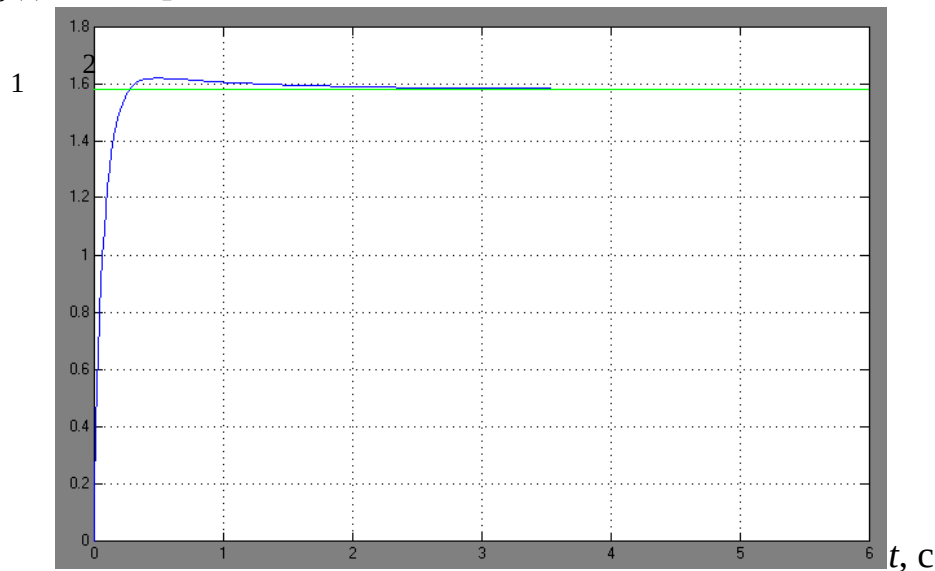


Рис. 2. Графики зависимостей: 1) $\alpha_3(t)$; 2) $\alpha(t)$ при ступенчатом задающем воздействии

Очевидно, что фактическое значение ошибки не изменилось и составляет

$$\Delta\alpha_{\Omega\text{факт}} = 0,003 \cdot 57 \cdot 60 = 10,3 \text{ угл. мин} < \Delta\alpha_{\Omega} = 15 \text{ угл. мин}$$

Таким образом, электропривод с регулятором положения $W'_{\text{рп}}(s)$ функционирует с требуемым значением установившейся ошибки и значительно меньшей колебательностью переходного процесса.

Список литературы

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб, Изд-во «Профессия», 2004.
2. Теория автоматического регулирования // Под ред. Солодовникова В.В. – М.: Машиностроение, 1967.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ ОСВЕЩЕНИЯ

Меженин А.В.

доцент кафедры компьютерной графики Университета ИТМО,
канд. техн. наук, доцент,
Россия, г. Санкт-Петербург

Сергеева Ю.И.

аспирант кафедры компьютерной графики Университета ИТМО,
Россия, г. Санкт-Петербург

Рассматриваются вопросы компьютерного моделирования сценариев освещения проектируемых интерьеров. Дается краткий обзор программного обеспечения, используемого при проектировании освещения. В рамках проводимых исследований разрабатывается методика получения фотометрических параметров световых приборов и оценка уровней освещенности моделируемых сцен.

Ключевые слова: светотехническое моделирование, глобальное освещение, алгоритм Radiosity, IES формат.

Системы "умный дом" подразумевают обеспечение комфортного проживания. Важнейшим элементом таких систем является освещение. Для удобства управления освещением разрабатываются предустановленные сценарии. Их использование позволяет устанавливать комфортное освещение, как во всем доме, так и в конкретных зонах. Сценарии разрабатываются для конкретных событий: просмотр телевизора, прием гостей и т.д. При помощи света можно решать многие практические и эстетические задачи оформления интерьера. Управление освещением также является универсальным средством зонирования. На стадии проектирования систем освещения достаточно сложно оценить конечный результат. В этом случае, чаще всего приходится полагаться на опыт проектировщика. Исправление ошибок после реализации проекта обходится очень дорого, а порой просто невозможно. Использование светотехнического компьютерного моделирования позволяет, в определенной степени, решать эти проблемы [1, 3]. В результате, еще на стадии разработки, заказчик может получить серию изображений проектируемого интерьера, позволяющих предварительно оценить предлагаемые световые решения. Для задач светотехнического моделирования и расчетов освещенности используются различные программные решения – универсальные пакеты 3D моделирования либо специализированные [3]. Программный продукт Autodesk Revit для архитектурного проектирования позволяет выполнять расчеты освещенности и визуально оценивать количество света (рис. 1). В пакете 3ds Max для оценки уровня освещенности моделируемых сцен используется алгоритм Radiosity. На рис.1 представлены результаты визуализации сцены, полученные средствами Pseudo Color Exposure Control.

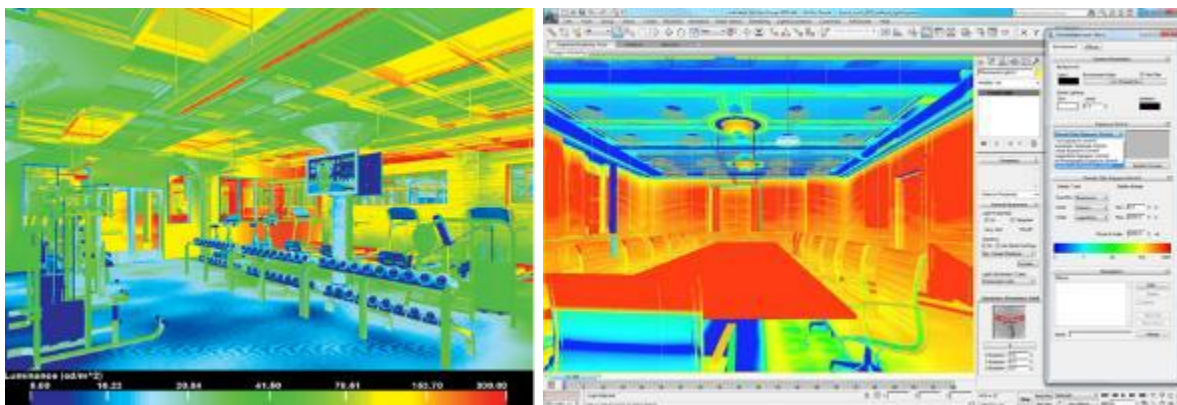


Рис. 1. Анализ освещенности в программах Autodesk Revit и 3ds Max

Для профессионального проектирования освещения разработаны программы Relux и DIALux (рис. 2). Программы используются для расчета и визуализации внутреннего и наружного освещения и способны работать практически со всеми широко известными производителями освещения с помощью устанавливаемых плагинов.

Для передачи фотометрических данных световых приборов между разными компьютерными программами используется специальный формат IES, разработанный Светотехническим Обществом Северной Америки (Illuminating Engineering Society of North America, IESNA) [4]. Файл IES представляет собой текстовый файл, описывающий интенсивность источника света в точках сферической сетки. Использование данных IES файлов позволяет получить более реалистичный визуальный эффект. Этот формат поддерживается большинством программ, в которых имеются средства моделирования освещения. Обычно производители предоставляют файлы IES, однако не всегда они доступны и возникает проблема формирования таких файлов. В рамках проводимой работы разрабатывается методика получения таких файлов.

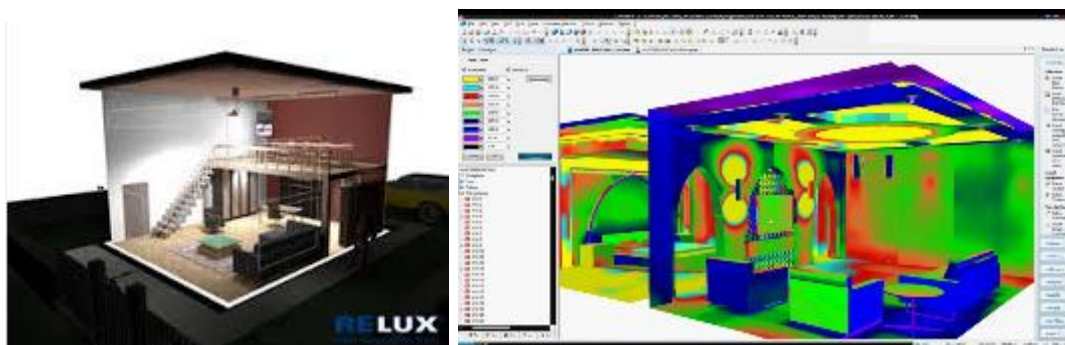


Рис. 2. Анализ освещенности в программах Relux и DIALux

Необходимо отметить, что моделирование дает не совсем точные результаты. Достоверные результаты возможны только при использовании фотометрических источников света и так называемых физически корректных рендереров Physicallybasedrendering (PBR) [3]. Измерения с помощью фотометрических приборов и последующая калибровка позволят повысить точность получаемых данных. Проводимые работы направлены на исследования в этой области и получение практических результатов.

Список литературы

1. Меженин А.В., Щербакова А.А. Использование метода глобального освещения при моделировании интерьера // Сб. науч. трудов конф. "Наука и образование в жизни совр. общества". – Тамбов, 2014. С.58-59.
2. Меженин А.В., Абушкевич В.Б. Исследование качества систем рендеринга CoronaRenderer и NOX// Сб. науч. трудов конф. «Образование и наука» (часть 5) , 2014. С.93-95.
3. Будак В.П., Макаров Д.Н. Возможности 3М моделирования для светотехнического проектирования / Светотехника. – 2005. – №6. – с. 75-79.
4. Illuminating Engineering Society: IES <http://www.ies.org/>

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПОЛНОГО ЦИКЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПЕНОБЕТОНА

Местников А.Е.

профессор кафедры стройматериалов Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, д-р техн. наук, профессор,
Россия, г. Якутск

В статье рассматриваются основы организации сельского строительства от выпуска продукции до опытного дома с использованием малоэнергоемкой технологии и местного сырья для труднодоступных районов Севера. В производстве строительных материалов используется модифицированный пенобетон неавтоклавного твердения теплоизоляционного и конструкционно-теплоизоляционного назначения. Для строительства малоэтажных зданий на вечномёрзлых грунтах предложены апробированные и запатентованные конструкции теплоизолированных ленточных и свайных фундаментов из железобетона.

Ключевые слова: модифицированный пенобетон неавтоклавного твердения, малоэтажное строительство, стеновые конструкции, фундаменты на вечномёрзлых грунтах.

В сельском строительстве Якутии неоспоримое преимущество имеют дома из цельной древесины (бруса, лафета, отесанной древесины). На сегодня застройщики для экономии топлива в деревянных домах устраивают дополнительную теплоизоляцию доступными способами, чаще всего, минераловатными плитами. Обшивку наружных стен обычно устраивают досками, но в последнее время в моду вошла обшивка из металлических профилей, как говорится, «дешево и сердито», при котором теряется способность древесины «дышать», нередко наблюдается сырость в стеновых конструкциях и вследствие этого появление грибка. Но самым важным моментом в обеспечении долговечности частного дома является выбор и грамотное использование вида фундамента и подготовки основания. Как правило, деревянные дома строятся на деревянных лежках и окладных венцах без соответствующей подготовки основания, обеспечивающей защиту от сырости, грунтовых и дождевых вод, что ведет к преждевременному загниванию окладных венцов из древесины.

Другой разновидностью деревянного домостроения являются деревянно-каркасные дома с использованием эффективной теплоизоляции из минера-

ловатных плит и пенопластов (пенополистирол, фенольные и полиуретановые пенопласты и др.), которые в советское время наибольшее распространение получили в северных труднодоступных районах для строительства вахтовых поселков нефтяников и газовиков по всей территории России. Наряду с известными преимуществами такие стеновые конструкции обладают и недостатками: 1) повышенная пожарная опасность при использовании пенопластов, особенно пенополистирола; 2) недостаточная долговечность теплоизоляции при использовании низких плотностей минераловатных плит; 3) высокая стоимость качественных минераловатных плит с плотностью 120-200 кг/м³.

На сегодня потенциально требованиям технико-экономической эффективности в малоэтажном (индивидуальном) строительстве отвечают изделия из неавтоклавного ячеистого бетона, в частности, пенобетона. Результаты научных исследований и практический опыт применения в строительстве в разных регионах России и бывших союзных республиках свидетельствуют о том, что неавтоклавный пенобетон – наиболее доступный и эффективный материал для малоэтажного (индивидуального) строительства. Мобильность и невысокая стоимость отечественного технологического оборудования, наличие высококачественных пенообразователей позволяют осуществлять производство пенобетонных и строительство домов на их основе даже небольшим хозяйственным структурам при сравнительно малых капитальных вложениях [1].

В условиях Якутии пенобетонные блоки периодически выпускаются несколькими малыми предприятиями, в основном, в промышленных центрах, как гг. Якутск и Нюрба, пос. Нижний Бестях и др. Как правило, производители не отвечают за качество выпускаемой продукции, а также для обеспечения требуемых прочностных характеристик они изготавливают блоки высокой плотности, порядка 900-1000 кг/м³, что не пользуется успехом у потребителя. Ограниченное применение имеет монолитный пенобетон, производство которого не контролируется изготовителями, что приводит к бракам при устройстве теплоизоляционного слоя в деревянно-каркасных зданиях. Не секрет, что иногда закупленное технологическое оборудование простаивает или со временем приходит в негодность из-за ненадлежащего контроля при производстве и отсутствия грамотных специалистов, т.е. вместо развития бизнеса получается, как всегда «деньги на ветер».

Сотрудники Инженерно-технического института имеют практически 20-летний опыт работы с пенобетоном. Нами впервые в условиях Якутии в 1995-1999 гг. были проведены экспериментальные работы по устройству монолитной теплоизоляции из пенобетона марки D400 в ряде объектов.

Основу интеллектуальной собственности наших научно-инновационных разработок представляют новые композиции пенобетонных смесей, новые технические и технологические решения в изделиях и конструкциях стеновых ограждений и фундаментов для суровых условий Севера, которые защищены 12 патентами РФ [2]. На сегодня нами усовершенствованы и внедрены следующие технологии производства и применения модифицированного пенобетона в условиях Якутии:

1) монолитный пенобетон марки D300 (патент РФ № 2361985) в строительстве (патент РФ № 119769) 5-этажного монолитно-каркасного здания Молодежного общежития по ул. Жорницкого и ряда коттеджей в г. Якутске, деревянно-каркасных индивидуальных домов в селе Аппаны Намского района;

2) 3-хслойные пенобетонные блоки «Композит» (патент РФ № 108774) с термовкладышем из пенополистирола, из которых построены ряд коттеджей и гаражей в г. Якутске, показавшие высокую эксплуатационную эффективность модифицированного пенобетона;

3) теплоизолированный ленточный ж/б фундамент с эффектом «теплого пола» (патент РФ № 137036) прошел практическую апробацию и получил положительные отзывы в строительстве 2-хэтажного брусового дома 8×8 м (2002 г.), ряда деревянно-каркасных домов 7,5×7,5 м в с. Аппаны Намского (2011-2014 гг.);

4) теплоизолированный столбчато-ленточный ж/б фундамент с нижним уширением (патент РФ № 148793) для каменного малоэтажного строительства в настоящее время проходит практическую апробацию.

На наш взгляд, рентабельным для малонаселенных поселений могут быть сезонные малые производства высокопористых (воздушные поры 60-80%) неавтоклавных пенобетонных материалов и изделий с использованием доступного речного песка, цемента и небольшого количества (0,6-3%) добавочных материалов с учетом потребности и возможности сельских жителей.

Основные этапы работы по созданию сельского строительства полного цикла заключаются в следующем:

1) Выбор и согласование размещения производства, сырья и исходных компонентов, вида и объема выпускаемой продукции, источников финансирования, ТЭО производства и опытного строительства;

2) Отбор проб и исследование исходного сырья и компонентов, выбор, согласование, поставка, пуск и наладка технологического оборудования, выпуск опытной партии продукции объемом 50 м³, достаточной для строительства одного 2-хэтажного дома с отапливаемой площадью не менее 100 м²;

3) Обучение рабочего персонала и стажировка молодых специалистов в учебно-производственной базе СВФУ;

4) Разработка, согласование и утверждение проектно-сметной документации опытного строительства индивидуального дома, устройство теплоизолированного столбчато-ленточного ж/б фундамента под 2-хэтажный дом размерами 8×8 м;

5) Научно-техническое сопровождение организации серийного производства и опытного строительства индивидуального дома, передача «ноу-хау» Заказчику на основе Лицензионного соглашения с регистрацией Федерального института промышленной собственности (2 патента).

Список литературы

1. Отчет о конференции «Пенобетон-2014» / Официальный сайт компании «СОВБИ ГРУПП», рубрика «Новости», СПб. URL:<http://sovbistroy.ru> (дата обращения: 21.06.2015).

2. Местников, А.Е. Пенобетон в изделиях и конструкциях / А.Е. Местников. – Якутск: Издательский Дом СВФУ, 2013. – 138 с.

АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ОБЪЕКТОВ, ИЗДАЮЩИХ АКУСТИЧЕСКИЙ ШУМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАЗОВ СПЕКТРОВ

Мохсен Шамсан Ахмед Исмаил

аспирант Юго-Западного государственного университета,
Россия, г. Курск

Рассматривается возможность анализа акустических сигналов объектов, издающих акустический шум, с использованием образов спектров, имеющих одинаковые уровни.

Ключевые слова: акустический шум, образы спектров, двоичные коды.

Для анализа состояний объектов по издаваемому ими акустическому шуму в основном применялся спектральный анализ. Поставлена задача, из бесчисленного числа спектров аппаратно выделить их образы спектров, при этом учитывать все варианты образов спектров и для случаев, когда интенсивные спектральные составляющие по величине совпадают. В таком случае количество всех образов спектров составит $4^4 = 256$. В табл. 1 для 4-х интенсивных составляющих приведено кодирование образов спектров с использованием квадратных матриц. В табл. 1 приведены 24 образа спектра, по шесть начальных из четырёх столбцов. Для кодирования таких образов спектров применены квадратные матрицы табл. 1. Двоичные коды в квадратных матрицах переводят в двоичный линейный код и в десятичные коды, при этом младший разряд двоичного кода справа. Наименьшее десятичное число равно 15, это соответствует образу спектра, где по всем столбцам образов спектров «единицы» на первом уровне. Наибольшее десятичное число 61440, когда по всем столбцам образов спектров «единицы» на четвёртом уровне.

Таблица 1

Образы спектров имеющих одинаковые уровни и их двоичные аналоги										
						U1 U2 U3 U4	U1 U2 U3 U4	U1 U2 U3 U4	U1 U2 U3 U4	
$\sigma_1 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\rightarrow$	$\begin{array}{c c} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \end{array}$	$\rightarrow$	1111000000000000	$\rightarrow$	15,				
$\sigma_2 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$	$\rightarrow$	$\begin{array}{c c} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \end{array}$	$\rightarrow$	1110000100000000	$\rightarrow$	135,				
$\sigma_3 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$	$\rightarrow$	$\begin{array}{c c} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 1 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \end{array}$	$\rightarrow$	1110000000010000	$\rightarrow$	2055,				
$\sigma_4 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 4 \end{pmatrix}$	$\rightarrow$	$\begin{array}{c c} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 1 \end{array}$	$\rightarrow$	1110000000000001	$\rightarrow$	32775,				
$\sigma_5 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$	$\rightarrow$	$\begin{array}{c c} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \end{array}$	$\rightarrow$	1101001000000000	$\rightarrow$	75,				
$\sigma_6 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 2 & 2 \end{pmatrix}$	$\rightarrow$	$\begin{array}{c c} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 1 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \end{array}$	$\rightarrow$	1100001100000000	$\rightarrow$	195,				

Приведённые образы спектров в таблице 1 соответствуют образам спектров с четырьмя уровнями. При анализе акустического шума используется восьмиразрядный АЦП. На выходе АЦП формируется последовательность случайных восьмиразрядных байт двоичных слов, которые можно пе-

ревести в последовательность образов спектров для варианта $4^4 = 2^8 \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ i_1 & i_2 & i_3 & i_4 \end{pmatrix}$ с использованием алгоритма (1).

$$\begin{aligned} i_1 &= (a_1 + a_2) + 1, \quad \text{при } a_2 = 0, \\ &\quad (a_1 + a_2) + 2, \quad \text{при } a_2 = 1; \\ i_2 &= (a_3 + a_4) + 1, \quad \text{при } a_4 = 0, \\ &\quad (a_3 + a_4) + 2, \quad \text{при } a_4 = 1; \\ i_3 &= (a_5 + a_6) + 1, \quad \text{при } a_6 = 0, \\ &\quad (a_5 + a_6) + 2, \quad \text{при } a_6 = 1; \\ i_4 &= (a_7 + a_8) + 1, \quad \text{при } a_8 = 0, \\ &\quad (a_7 + a_8) + 2, \quad \text{при } a_8 = 1; \end{aligned} \quad (1)$$

Для образов спектров имеющих разные уровни ранжируем их числовые значения и их образы спектров (табл. 2). Такое упорядочивание кодов и их числовых значений позволит применять пропорциональный код для вычисления среднего кода.

Таблица 2

**Ранжируемые десятичные числа, образы спектров и их двоичные коды
из пространства 4!**

27 $\rightarrow$ 1234 $\rightarrow$ 000000, 75 $\rightarrow$ 2134 $\rightarrow$ 100000, 135 $\rightarrow$ 3124 $\rightarrow$ 110000, 198 $\rightarrow$ 4123 $\rightarrow$ 111000,
30 $\rightarrow$ 1243 $\rightarrow$ 000001, 78 $\rightarrow$ 2143 $\rightarrow$ 100001, 141 $\rightarrow$ 3142 $\rightarrow$ 101001, 201 $\rightarrow$ 4132 $\rightarrow$ 111001,
39 $\rightarrow$ 1324 $\rightarrow$ 000100, 99 $\rightarrow$ 2314 $\rightarrow$ 010100, 147 $\rightarrow$ 3214 $\rightarrow$ 110100, 210 $\rightarrow$ 4213 $\rightarrow$ 111100,
45 $\rightarrow$ 1342 $\rightarrow$ 000011, 108 $\rightarrow$ 2341 $\rightarrow$ 001011, 156 $\rightarrow$ 3241 $\rightarrow$ 101011, 216 $\rightarrow$ 4231 $\rightarrow$ 111011,
54 $\rightarrow$ 1423 $\rightarrow$ 000110, 114 $\rightarrow$ 2413 $\rightarrow$ 010110, 177 $\rightarrow$ 3412 $\rightarrow$ 011110, 225 $\rightarrow$ 4312 $\rightarrow$ 111110,
57 $\rightarrow$ 1432 $\rightarrow$ 000111, 120 $\rightarrow$ 2431 $\rightarrow$ 001111, 180 $\rightarrow$ 3421 $\rightarrow$ 011111, 228 $\rightarrow$ 4321 $\rightarrow$ 111111.

Для анализа акустического шума пчелиных семей можно применить образы спектров из пространства (табл. 3)

Таблица 3

Образы спектров для различных размерностей

$$\begin{aligned} 4^4 &= (2^2)^4 = 2^8, \quad 8^8 = (2^3)^8 = 2^{24}, \quad 16^{16} = (2^4)^{16} = 2^{64}, \quad 32^{32} = (2^5)^{32} = 2^{160}, \\ 64^{64} &= (2^6)^{64} = 2^{384}, \quad 128^{128} = (2^7)^{128} = 2^{896}. \end{aligned}$$

При практической реализации акустический шум регистрируется микрофоном, затем усиливается, фильтруется 4-мя, 8-ми, и т.д. кратным двум количеству узкополосных частотных фильтров. Отфильтрованные сигналы детектируются, величины которых оцифровываются с применением АЦП. Для четырёх узкополосных частотных фильтров количество образов спектров составит $4^4 = 256$, для восьми узкополосных частотных фильтров составит 8^8 образов спектров.

Таким образом, использование всех вариантов образов спектров при анализе акустического шума объектов, издающих акустический шум существенно повышает информативность кодового сообщения, что позволяет

расширить информационные возможности систем диагностирования. Повышаются разрешающие возможности и достоверность диагностирования.

Список литературы

1. Рыбочкин А.Ф., Захаров И.С. Системный анализ акустических сигналов с использованием кодовых сообщений / КГУ . Курск, 2009. – 400 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ СООТВЕТСТВИЕМ ТРЕБОВАНИЯМ

Никифорова К.А.

студент кафедры безопасных информационных технологий
Санкт-Петербургского национального научно-исследовательского
университета информационных технологий, механики и оптики,
Россия, г. Санкт-Петербург

В статье рассматриваются проблемы, с которыми сталкивается организация при ведении процесса управления соответствием предъявляемым ей требованиям. В качестве способа повышения эффективности проведения данного процесса может быть рассмотрена его частичная автоматизация.

Ключевые слова: информационная безопасность, комплаенс, автоматизация, процесс управления информационной безопасностью, GRC.

Оценка соответствия требованиям по информационной безопасности – это вид деятельности организации по определению соответствия организации требованиям, предъявляемым к ней российскими и зарубежными нормативными документами, стандартами, контрактами, договорами, а также внутренними документами компании.

Следует отметить, что процесс управления соответствием требованиям (далее – УСТ) в целом не рассматривается ни в одном из имеющихся в открытом доступе документов. В основном данные документы рассматривают только процесс проведения оценки соответствия требованиям.

В частности, подходы к проведению оценки степени соответствия требованиям приведены в МЕНАРИ 2010 [4], NIST SP800-53A [5], СТО БР ИББС-1.2 [3] и Положение Банка России N 382-П [2].

Каждый документ имеет свои плюсы и минусы, например, два российских документа, характерно отсутствие понятия веса требования. Это обстоятельство делает все требования равнозначными для компании, что не соответствует реальной ситуации. Кроме того, документы предусматривают сложные расчеты итоговой степени соответствия, которые, выполняясь экспертом вручную, неизменно влекут за собой ошибки.

Общим минусом всех предложенных подходов является применимость методики проведения оценки только к одному источнику требований. Так, например, используя методику, предложенную МЕНАРИ 2010, можно провести оценку соответствия требованиям ISO/IEC 27001. Однако нормативная

база компании обычно не ограничивается только одним документом, что принуждает аналитика либо самостоятельно адаптировать подход к другим источникам требований, либо проводить контроль соответствия по-разному для каждого источника. Данная деятельность в компании обычно носит стихийный характер и проводится нерегулярно. Выходным документом является перечень выявленных несоответствий, не позволяющий предоставить количественную оценку степени соответствия компании требованиям регулирующих ее деятельность документов.

Решением данной проблемы является внедрение УСТ как одного из процессов управления информационной безопасностью.

В данной работе предлагается следующая структура процесса УСТ:

1. Идентификация применимых требований по информационной безопасности (далее – ИБ), включающая в себя выявление и классификацию требований.

2. Проверка соответствия требованиям по ИБ, включающая подготовку к проведению внутренней оценки, сбор свидетельств внутренней оценки, анализ соответствия требованиям и формирование итогового уровня соответствия организации требованиям по ИБ.

3. Мониторинг и контроль управления соответствием требованиям по ИБ, включающий анализ отчетных материалов, определение необходимости выполнения корректирующих действий, формирование задач, выполнение задач и контроль выполнения задач.

Вследствие отсутствия возможности проведения полной автоматизации процесса (в связи с невозможностью отказа от участия в оценке экспертов), оптимальным решением будет автоматизация расчетов, хранения требований и результатов оценок, генерации отчетных документов и учета взаимосвязей между требованиями.

Путем частичной автоматизации процесса УСТ возможно существенно снизить трудозатраты и повысить оперативность проведения проверки соответствия требованиям, упростить генерацию отчетных документов и упростить деятельность аудитора. Частичная автоматизация может быть осуществлена путем создания модуля УСТ в системе автоматизации процессов управления информационной безопасностью.

В настоящее время на рынке представлено множество решений для формирования системы автоматизации процессов управления информационной безопасностью. Примерами таких решений являются:

1. SecurityVision от компании АйТи;
2. MetricStream GRC Platform;
3. RSA Archer GRC;
4. IBM OpenPages GRC Platform.

Выбор конкретной платформы зависит от специфики деятельности организации. Данные системы относятся к классу GRC. Результаты подробного сравнения и анализа данных платформ ежегодно представляются в отчетах “Magic Quadrant for Enterprise Governance, Risk and Compliance Platforms” от компании Gartner и “The Forrester Wave™: Governance, Risk, And Compliance Platforms, Q1 2014” от компании Forrester. В настоящее время лидерами на

мировом рынке являются решения от западных компаний. Российские же разработки только частично реализуют необходимый набор процессов управления, но, являясь отечественным продуктом, имеют преимущество на российском рынке. [1, с. 79]

Высокая стоимость системы и необходимость затрат на разработку модуля компенсируются существенным снижением трудозатрат и повышением оперативности проведения процесса УСТ, а также исключением ошибок, неизменно возникающих при проведении расчетов степени соответствия вручную.

Список литературы

1. Борисенко П.С., Ильин И.В., Канев А.Н., Никифорова К.А. Анализ современного рынка продуктов GRC // «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»: Электронный сборник статей по материалам XXXI студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. «СибАК», 2015, № 4 (30) – [Электронный ресурс] – URL: [http://sibac.info/archive/technic/4\(30\).pdf](http://sibac.info/archive/technic/4(30).pdf) – Режим доступа: свободный; дата обращения: 25.06.2015.
2. Положение Банка России N 382-П О требованиях к обеспечению защиты информации при осуществлении переводов денежных средств 2014 – [Электронный ресурс]. – URL: http://www.cbr.ru/credit/Gubzi_docs/st-12-14.pdf – Режим доступа: свободный; дата обращения: 20.06.2015.
3. СТО БР ИББС-1.2-2014 Методика оценки соответствия информационной безопасности организаций банковской системы Российской Федерации требованиям СТО БР ИББС-1.0-2014 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.cbr.ru/credit/Gubzi_docs/st-12-14.pdf – Режим доступа: свободный; дата обращения: 20.06.2015.
4. МЕНАРИ 2010: Evaluation Guide for security services – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.clusif.asso.fr/fr/production/ouvrages/pdf/MENARI-2010-Evaluation-guide.pdf> – Режим доступа: свободный; дата обращения: 29.06.2015.
5. NIST SP 800-53A Guide for Assessing the Security Controls in Federal Information Systems and Organizations, 2010 – [Электронный ресурс]. – URL: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-53A-rev1/sp800-53A-rev1-final.pdf> – Режим доступа: свободный; дата обращения: 27.06.2015.

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМИ ИНЦИДЕНТАМИ

Николаев А.Б.

заведующий кафедрой «Автоматизированные системы управления»
Московского автомобильно-дорожного государственного технического
университета (МАДИ), доктор технических наук, профессор,
Россия, г. Москва

Санего Ю.С.

аспирант кафедры «Автоматизированные системы управления»
Московского автомобильно-дорожного государственного технического
университета (МАДИ),
Россия, г. Москва

В данной работе для реализации системы принятия решений в системе управления дорожными инцидентами предложен метод на основе нечеткого ситуационного управле-

ния. Рассмотрены и формализованы основные подзадачи для реализации принятия решения на основе нечеткой логики, а также рассмотрено практическое применение предложенного метода на примере принятия решения о выборе управляющего решения для перестроения при получении информации о расположении препятствия на дороге.

Ключевые слова: систему управления дорожными инцидентами, нечетное ситуационное управление, нечеткая логика.

Введение

Разработка системы управления дорожными инцидентами (СУДИ) обеспечивает систематическое, спланированное и скоординированное использование людских, механических и технических ресурсов для уменьшения продолжительности происшествия и его воздействия на дорожное движение.

Процесс управления инцидентами можно охарактеризовать как комплекс мероприятий, в следующих категориях: выявления, проверки, информирование участников движения, управление объектами, управление движением.

Одной из рассматриваемых подсистем в СУДИ является подсистема принятия решений, для реализации которой был предложен математический аппарат на основе оценки и ситуаций и выбора на их основе требуемого управляющего воздействия, то есть на основе нечеткого ситуационного управления (НСУ).

В подсистему поддержки решений поступает большое количество независимой, не всегда полной и быстро меняющейся входной информации, на основе которой в дальнейшей должно приниматься решение в системе управления.

Следует отметить, что построение модели управления при использовании большого количества входных данных требует большого объема базы знаний, что ведет к увеличению правил обработки по мере увеличения входов модели, что приводит к снижению качества нечеткого логического вывода. Поэтому для эффективного построения модели управления само управление должно осуществляться не по параметрам (факторам), а по состояниям.

Основное понятие в теории ситуационного управления это понятие «ситуации», которая характеризуется как набор значений факторов, описывающих состояние объекта управления в определенный момент времени.

Постановка задачи

Основная задача НСУ заключается в распознавании входной нечеткой ситуации $\tilde{S}_0$, которая характеризует текущее состояние системы, и выбору соответствующей ей управляющего решения R_i из множества $\{R_1^i, R_2^i \dots R_N^i\}$.

Для этого необходимо, чтобы были реализованы следующие подзадачи:

- Определение типовых нечетких ситуаций $\{\tilde{S}_1, \tilde{S}_2 \dots \tilde{S}_N\}$,
- Определение меры близости и состояния объекта управления
- Построение нечеткой ситуационной сети (НСС)

- Формирование управляющего решения

Теперь рассмотрим более подробно каждый из заданных выше подзадач.

Определение эталонных нечетких ситуаций

В ситуационном управлении все возможные состояния объекта управления описываются набором эталонных ситуаций $S = \{\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots, \tilde{s}_N\}$, каждая из которых представляет совокупность лингвистических значений признаков, т.е.

$$\tilde{s}_i = \{ \langle \mu_i(y_i) / y_i \rangle, y_i \in Y \}$$

где $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_M\}$ – множество факторов, значениями которых описываются состояние объекта управления. Каждый признак описывается соответствующей лингвистической переменной $\langle y_i, T_i, D_i \rangle$. где $T_i = \{T_1^i, T_2^i, \dots, T_m^i\}$ – термножество лингвистической переменной y_i (набор лингвистических значений признака, m_i – число значений признака); D_i – базовое множество признака y_i .

$\mu_i(y_i) = \{\mu_{\mu(y_i)} T_j^i / T_j^i\}, j \in L, i \in J$ – функция принадлежности лингвистической переменной (фактора) y_i , характеризующую ситуацию $\tilde{s}_i$.

Отсюда следует, что нечеткая ситуация представляет собой совокупность нечетких значений факторов, характеризующих состояния объекта управления.

В качестве примера рассмотрим нечеткую ситуацию, характеризующую состояние (расположение) препятствия, возникшего на дороге, для дальнейшего принятия решения перестроиться на другую полосу или нет в зависимости от расположения препятствия.

Пусть ситуация описывается нечетким признаком «расположения препятствия на дороге». Определим термно множества этого признака:

$T_1 = \{T_1^1 - \text{препятствие находится на той же полосе, что и пассажирский транспорт}, T_2^1 - \text{препятствие находится на другой полосе}, T_3^1 - \text{препятствия нет}\}.$

Тогда описание нечеткой ситуации имеет следующий вид:

$$\tilde{s}_i = \{ \langle \mu_1^1 / T_1^1 \rangle, \langle \mu_2^1 / T_2^1 \rangle, \langle \mu_3^1 / T_3^1 \rangle / \text{расположение_препятствия_на_дороге} \}$$

Определение меры близости и состояния объекта управления

Для определения текущего состояния объекта управления необходимо входную нечеткую ситуацию $\tilde{s}_0$ сравнить с каждой нечеткой ситуацией из заданного набора нечетких ситуаций S .

Для более точного определения должна быть задана мера близости нечетких ситуаций. В качестве меры близости между текущим состоянием объекта $\tilde{s}_0$ и нечеткой ситуацией $\tilde{s}_j \in S, j \in \{1 \dots N\}$ обычно рассматривают два критерия:

- *степень нечеткого включения* нечеткой ситуации $\tilde{s}_0$ и $\tilde{s}_j$. Нечеткая ситуация $\tilde{s}_0$ включается в нечеткую ситуацию $\tilde{s}_j$, если $v(\tilde{s}_0, \tilde{s}_j) \geq t$,

где $v(\tilde{s}_0, \tilde{s}_j)$ – величина степени включения, которая задается при условии $\tilde{s}_0 = \{\mu_{\tilde{s}_0}(y_i), y_i\}, \tilde{s}_j = \{\mu_{\tilde{s}_j}(y_i), y_i\}$ следующим выражением $v(\tilde{s}_0, \tilde{s}_j) = \bigwedge_{y_i \in Y} v(\mu_{\tilde{s}_0}(y_i), \mu_{\tilde{s}_j}(y_i))$, когда $\mu_s(y_i)$ – функция принадлежности лингвистической переменной (фактора) y_i из некоторого множества $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_M\}$.

t – некоторый порог включения нечетких ситуаций, который задается условиями управления, особенностями объекта управления, требованиями к качеству управляющих решений.

- *степень нечеткого равенства $\tilde{s}_0$ и $\tilde{s}_j$* . Нечеткая ситуация $\tilde{s}_0$ равна в нечеткой ситуации $\tilde{s}_j$, если $\mu(\tilde{s}_0, \tilde{s}_j) \geq t$,

где $\mu(\tilde{s}_0, \tilde{s}_j)$ – величина степени нечеткого равенства, которая задается при выше заданном условии следующим выражением $\mu(\tilde{s}_0, \tilde{s}_j) = \bigwedge_{y_i \in Y} \mu(\mu_{\tilde{s}_0}(y_i), \mu_{\tilde{s}_j}(y_i))$,

t – некоторый порог нечеткого равенства ситуаций.

Рассматриваемые меры близости обязательно находятся в интервале $[0,1]$. При этом степень близости равна 1, то считается наибольшей степенью сходства, если 0, то наименьшей, если 0,5, то это означают полную неопределенность. В данной работе в качестве меры близости будет рассмотрена степень нечеткого включения.

Рассмотрим процесс распознавания ситуации при решении задачи обхода транспортного средства препятствия на дороге. Предложены следующие эталонные ситуации при движении по правой полосе:

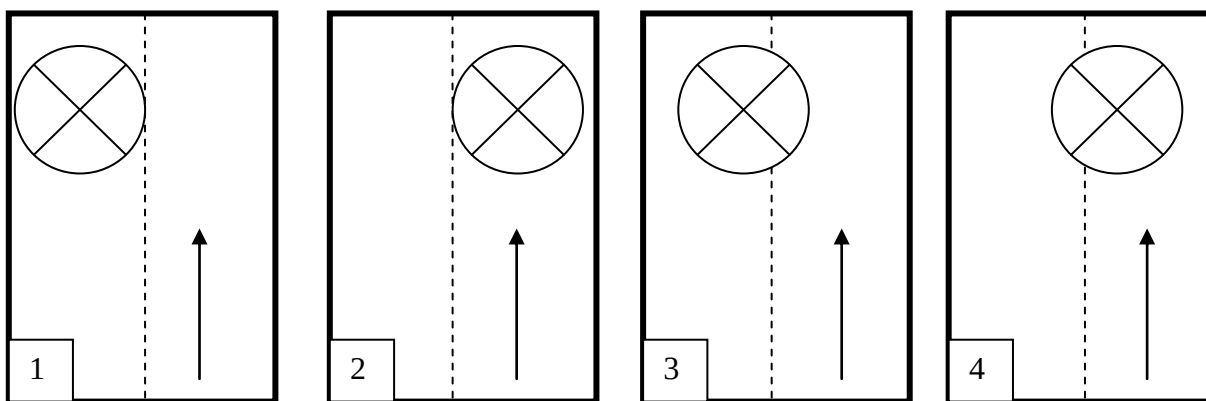


Рис. Эталонные ситуация при движении по правой полосе при возникновении препятствия

И пусть текущая ситуация имеет описание:

$\tilde{s}_0 = \{ \langle 0,1/T_1^1 \rangle, \langle 0,8/T_2^1 \rangle, \langle 0/T_3^1 \rangle / \text{расположение_препятствия_на_дороге} \}$

Теперь входная (текущая) нечеткая ситуация сравнивается с каждой заданной эталонной нечеткой ситуацией.

Определим степень включения текущей ситуации в каждую из эталонных, для примера рассмотрим эталонную ситуацию $\tilde{s}_3$, которая задана следующим образом:

$$\tilde{s}_3 = \{ \langle 0,2/T_1^1 \rangle, \langle 0,7/T_2^1 \rangle, \langle 0/T_3^1 \rangle / \text{расположение_препятствия_на_дороге} \}$$

, тогда $v_3 = v(\mu_{s_0}(y_1), \mu_{s_3}(y_1)) = (0.1 \rightarrow 0.2) \& (0.8 \rightarrow 0.7) \& (0 \rightarrow 0) = 0.9 \& 1 \& 1 = 0.9$

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что наиболее близкой ситуацией является ситуация 3). Определение типа ситуации позволяет перейти к выбору управляющего решения.

Формирование управляющего решения

Определение текущего состояния системы приводит к необходимости выбора управляющего воздействия $R_i \in R = \{R_1^i, R_2^i \dots R_N^i\}$, на основе матрицы отношений, описывающих воздействие управляющих решений на факторы y_i . Для определения текущего состояния объекта управления $\tilde{s}_0$ существует множество методов, среди которых можно выделить следующие:

- метод «ближайшего соседа» во множестве типовых нечетких ситуаций S , т.е. считается, что объект управления находится в типовой нечеткой ситуации $\tilde{s}_j \in S$, если имеет наибольшую степень близости с нечеткой ситуацией $\tilde{s}_0$, то на объект управления должно воздействовать управляющее решение $R_i \in R$

- выбор управляющего решения с учетом всех типовых нечетких ситуаций из множества S , т.е. управляющее воздействие r определяется объединением всех управляющих решений $R_i \in R$, модифицированных в соответствии со степень близости типовых ситуаций $\tilde{s}_j \in S$ с текущей ситуацией $\tilde{s}_0$.

В данной работе рассмотрим использование метода «ближайшего соседа». Пусть управляющие решения для фактора «расположения препятствия на дороге» будут заданы следующим образом:

$R_1 = \{ R_1^1 - \text{перестроиться на другую полосу}, R_2^1 - \text{остаться в текущей полосе} \}$

Определим матрицу отношений:

$$M_1^1 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.7 & 0.3 \\ 0.3 & 0.8 & 0.1 \\ 0.1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, M_2^1 = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.2 & 0.1 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 \\ 0.1 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix}$$

Затем определим степени предпочтения для заданных управляющих решений:

$$\alpha(R_1^1, \tilde{s}_0) = 0.4, \alpha(R_2^1, \tilde{s}_0) = 0.7$$

Так наибольшую степень предпочтения имеет управляющее решение R_2^1 , то для воздействия на объект управления выбираем его.

Для моделирования принятия выбранного управляющего решения R_2^1 необходимо выполнить максиминную композицию исходного нечеткого значения признака и нечеткого отношения R :

$$\tilde{s}_n = \max\{\min[\tilde{s}_0, M_2^1]\} = \{<0.2/T_1^1>, <0.6/T_2^1>, <0.2/T_3^1>\}$$

Таким образом, может быть получена модель новой ситуации.

Заключение

В данной работе рассмотрены основные понятия нечеткого ситуационного управления. Формализованы основные задачи, которые должны быть реализованы в системе принятия решений на основе нечеткой логики.

Рассмотрено практическое применение предложенного метода, на примере принятия решения о выборе управляющего решения для перестроения при получении информации о расположении препятствия на дороге.

Список литературы

1. Акулов Д.В. Применение моделей нечеткого логического вывода при вербальном описании ситуации/ Известия Южного федерального университета. Технические науки. – Изд-во: Технологический институт Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Южный федеральный университет в г. Таганроге – № 7 / том 84 / 2008
2. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990.
3. Сапего Ю.С., Николаев А.Н. Разработка системы управления дорожными инцидентами/ Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции 27 февраля 2015 года. Под ред.М.Г.Петровой. – Белгород: ИП Петрова М.Г., 2015 – Часть III – 156 с.
4. Хаптахоева Н.Б., Дамбаева С.В., Аюшеева Н.Н. Введение в теорию нечетких множеств : Учебное пособие. – Часть 1. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 68с.
5. Штовба С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику (<http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php>)

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Савдур С.Н.

ассистент кафедры экономико-математического моделирования
Института управления, экономики и финансов К(П)ФУ, канд. технич. наук,
Россия, г. Казань

Рассматривается технологический модуль очистки нефтесодержащих стоков. Показана целесообразность использования математического аппарата теории сетей Петри при моделировании и проектировании данного технологического модуля. Построена модель в виде модифицированной сети Петри и на ее основе разработан программный комплекс системы управления очистки углеводородсодержащих стоков.

Ключевые слова: сеть Петри, очистка нефтесодержащих сточных вод.

Непрерывный рост нефтедобычи и потребление нефтепродуктов влечет значительное увеличение объемов нефтесодержащих сточных вод (НСВ), эффективная очистка которых является необходимым условием сохранения окружающей среды. Современные очистные сооружения крупных нефтехимических предприятий характеризуются сложной многоуровневой структурой, поэтому могут рассматриваться как сложные кибернетические системы. Эффективность функционирования таких систем можно обеспечить с помощью современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на основе математического описания технологического процесса [2, с. 252].

Применение методов системного анализа определяет процедуру разработки системы управления установки очистки сточных вод нефтехимического производства, которая предусматривает составление математической модели на основе сетей Петри, что обеспечивает управление потоками в установке. Технологическая схема установки очистки нефтесодержащих сточных вод представлена на рис. 1 [3, с. 382].

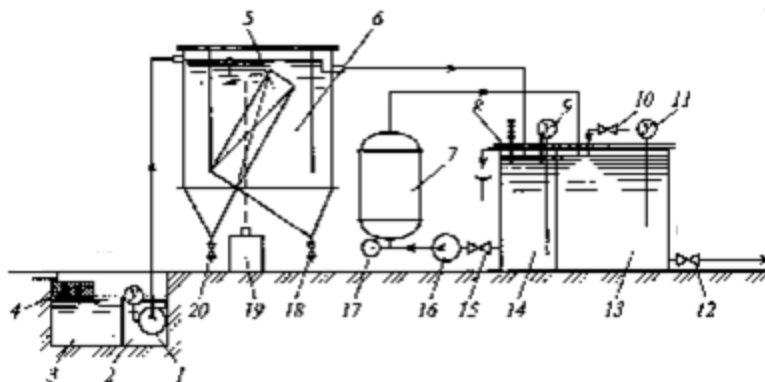


Рис. 1. Технологическая схема установки для очистки нефтесодержащих сточных вод

На рисунке 1 изображены: 1 – насос подачи сточной воды; 2 – промежуточный сборник (секция для сбора грязной воды); 3 – песколовка (секция прямка для осаждения песка); 4 – ловушка грубых механических включений; 5 – тонкослойный блок; 6 – отстойник; 7 – фильтр с зернистой (угольной) загрузкой; 8 – дозатор; 9, 11 – электронное реле уровня; 10 – клапан подпитки водопроводной воды; 12 – патрубок подачи очищенной воды; 13 – секция бака для сбора очищенной воды; 14 – секция бака промежуточная; 15 – кран; 16 – насос фильтра; 17 – манометр; 18, 20 – патрубки для слива осадка; 19 – сборник нефтепродуктов.

Технологический процесс очистки сточных вод в установке рационально может быть описан модифицированными сетями Петри. Для описания системы нами предлагается использование N-схем, опирающихся на математический аппарат сетей Петри, одним из достоинств которого является возможность представления сетевой модели как в аналитической форме, с возможностью автоматизации процесса анализа, так и в графической форме с обеспечением наглядности разрабатываемой модели.

При анализе технологических схем следует учитывать основное ограничение формализма N-схем, которое состоит в том, что они не учитывают временные характеристики моделируемых систем, так как время срабатывания перехода считается равным нулю. Учитывая эти условия, нами предложены модифицированные сети Петри (МСП). МСП – сеть Петри вида $S = \langle P, T, I, O, M, \tau_1, \tau_2 \rangle$,

где $T = \{t_j\}$ – конечное непустое множество символов, называемых *переходами*, оцениваются исходя из количества условных порций продукции при непрерывной подаче в аппараты технологической схемы.

$P = \{p_i\}$ – конечное непустое множество символов, называемых *позициями*. В нашем случае – это множество аппаратов технологической схемы;

$I: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ – входная функция, которая для каждого перехода t_j задает множество его позиций $p_i \in I(t_j)$.

$O: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ – выходная функция, которая отображает переход в множество выходных позиций $p_i \in O(t_j)$.

$M: P \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$ – функция маркировки (разметки) сети, которая ставит в соответствие каждой позиции неотрицательное целое число, равное числу меток в данной позиции, которое меняется в процессе работы сети.

Срабатывание перехода мгновенно изменяет разметку $M(p) = (M(p_1), M(p_2), M(p_3), \dots, M(p_n))$ на разметку $M'(p)$ по следующему правилу:

$$M'(p) = M(p) - I(t_j) + O(t_j) \quad (1)$$

Запись уравнения (1) означает, что переход t_j изымает по одной метке из каждой своей входной позиции и добавляет по одной метке в каждую из выходных.

$\tau_1: T \rightarrow N$ и $\tau_2: P \rightarrow N$ функции, определяющие время задержки при срабатывании перехода и время задержки в позиции.

Динамика выполнения МСП определяется движением меток, моделирующих движение дискретных потоков полупродуктов.

Модификация сетей Петри позволяет решать следующие задачи:

- 1) анализ функционирования аппаратов системы в условиях нестандартных ситуаций;
- 2) анализа переключения управления на сетевом уровне;
- 3) анализа технологических схем дискретно-непрерывных производств для обеспечения устойчивого, стабильного состояния.

Для управления процессом очистки НСВ разработана математическая модель технологической схемы и ее программная реализация. Математическая модель системы очистки НСВ разработана в виде МСП, реализация которой позволила исследовать системные связи и законы функционирования установки в целом [1, с. 231]. Построены также модели основных аппаратов, реализующих технологический процесс очистки НСВ. Из СП – моделей типовых аппаратов была синтезирована модель всей установки (рис.2).

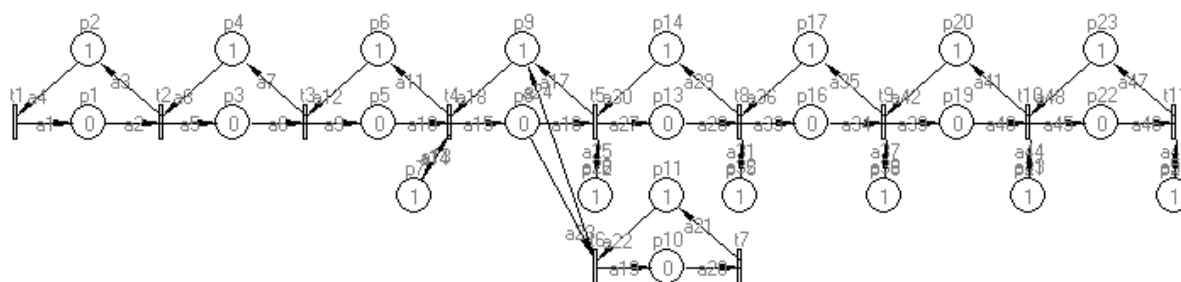


Рис. 2. Модель технологического модуля в виде МСП

С использованием СП-модели нами разработан программный комплекс системы технологического модуля очистки НСВ, имитирующей функционирование очистки в виртуальном времени. Средствами SCADA-технологии TRACE MODE разработан программный комплекс системы управления технологическим процессом очистки НСВ. Существенной особенностью разработанного программного комплекса системы управления технологическим процессом является его способность адаптироваться к технологическому модулю очистки НСВ любой мощности, как для установки в рамках отдельной бензоколонки (танкера), так и системы водоочистки крупных производств нефтехимии [4, с. 67].

Система управления технологическим процессом позволяет выполнять диспетчерский контроль основных элементов системы управления, останавливать систему очистки НСВ и анализировать ее состояние как в целом, так и в целях прогнозирования развития внештатных ситуации

Выводы

1. Предложено использовать модификацию сетей Петри, ориентированную на моделирование и анализ дискретно-непрерывных систем, путем включения приоритетных переходов, времени задержки меток в позициях и переходах.
2. Построена математическая модель функционирования системы очистки нефтесодержащих сточных вод, реализованная в виде модифицированной сети Петри, позволяющая исследовать системные связи и законы функционирования установки в целом.
3. Разработан программный комплекс системы очистки сточных вод, позволяющий анализировать состояния системы очистки в целом и прогнозировать развитие внештатных ситуаций.

Список литературы

1. Азимов Ю.И. Технологический модуль очистки нефтесодержащих сточных вод / Ю.И. Азимов, С. Н. Савдур // Известия КазГАСУ. – 2009. – № 2 (12). – С. 227 – 232.
2. Кафаров В.В. Гибкие производственные автоматизированные системы химической промышленности / В.В. Кафаров // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. – 1987. – Т. 32, № 3. – С. 252 – 258.
3. Калытин В.Г. Промышленная экология: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Г. Калытин. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 382 с.
4. Морозов Н.В., Савдур С.Н. Системный подход в управляемой очистке и доочистке нефтесодержащих сточных вод с элементами математического моделирования процесса / Н.В. Морозов, С.Н. Савдур // Материалы ежегодной научно-практической конференции «Инновации РАН – 2010». – Казань, 2010. – С. 65 – 68.

СВОЙСТВА МЯСА ПТИЦЫ, ПОЛУЧЕННОГО ОТ УБОЯ С РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ ОГЛУШЕНИЯ

Семикопенко Н.И.

аспирант кафедры технологии продуктов животного происхождения
Воронежского университета инженерных технологий,
Россия, г. Воронеж

Антипова Л.В.

профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения
Воронежского университета инженерных технологий,
доктор технических наук, профессор,
Россия, г. Воронеж

Орехов О.Г.

доцент кафедры технологии продуктов животного происхождения
Воронежского университета инженерных технологий,
кандидат технических наук, доцент,
Россия, г. Воронеж

Оглушение птицы – один из основополагающих этапов в технологической цепочке убоя птицы, определяющий дальнейшее её качество. Сравнение различных способов оглушения, приведенное в статье, позволило выявить различия качественных характеристик мяса цыплят-бройлеров. Результаты сравнительного анализа подтверждают более медленное развитие автолитических процессов, а, следовательно, более стабильные показатели мяса на этапах технологического процесса и при хранении. Глубина и характер автолиза определяют качественные показатели мяса, оцениваемые потребителями. Функционально-технологические свойства мяса птицы оказались лучшими при использовании оглушения в контролируемой газовой среде. Также сравнение выхода мяса цыплят-бройлеров наглядно показало преимущество газового оглушения, работающего в комплексе с электростимуляцией.

Ключевые слова: оглушение птицы в газовой среде, инновации, конкурентоспособность, качество мяса птицы.

Главная цель в птицеводстве на современном этапе – произвести продукцию эффективно, с наименьшими затратами и отличным качеством [1].

Мощность мясо- и птицеперерабатывающих предприятий растет с каждым годом и ставит перед производителями ряд технологических задач по автоматизации процесса, включая транспортировку все большего поголовья сельскохозяйственной птицы и животных от фермы до убоя. Процесс доставки и оглушения не должен наносить вред животным и птице, так как от этого напрямую зависит качество мяса. Но главным фактором, стимулирующим переход мясо- и птицеперерабатывающей промышленности на Западе к гуманному обращению к животным и птице, явилось пристальное внимание общественности к этому вопросу [2].

Демагогия вокруг вопроса нравственности самого процесса убоя животных и птицы привела к тому, что мнение мировой общественности и потребителей уже сформировалось, и подкрепленное научными исследованиями многих мировых ведущих ученых напрямую влияет на законы в развитых странах и формирует новые требования к производителю. Общественность и представители мировой науки рассматривают сферу оглушения и убоя сельскохозяйственных животных и птицы как проблемную с социальной и правовой точек зрения. Их основная задача – инициировать усовершенствование технологий транспортировки животных и птицы на убой, внедрить технологии гуманного оглушения и убоя, что могло бы значительно повысить благополучие животных, а также облегчить работу человека и сделать ее более безопасной.

Мировые общественные организации оказывают давление на производителей с требованием запретить технологические процедуры, вызывающие у птиц и животных страдания и физическую боль.

Стресс, пережитый животными во время перевозки и непосредственно во время убоя, может не только причинить им страдания, но и сказаться на качестве мяса. В результате в мышечной ткани резко сокращаются запасы гликогена, необходимого для поддержания нормальной кислотности мяса. Темное на разрезе мясо – показатель стресса, травм, болезни или утомленности животного перед убоем [2].

Все рассуждения о правах животных и жалости к ним, непосредственно самим потребителем мясных продуктов, подталкивают производителей на поиск и применение альтернативных технологий при убое птицы.

Во многих странах уже предприняты определенные шаги по контролю над процессом забоя таким образом, чтобы уменьшить потенциальные возможности причинения животному страха, боли и стресса. Применяемые инновации решают большинство технологических проблем в процессе убоя, автоматизируют процесс подачи птицы и животных на убой, сам процесс глушения. Соответствуя ожиданиям потребителя в гуманном обращении с птицей и животными, производители, которые применяют инновации, получают все выгоды от модернизации своих предприятий [3].

Большинство крупных западноевропейских птицеперерабатывающих предприятий, некоторые американские, а с недавних пор и российские, применяют или запланировали переход на новую систему оглушения птицы смесью газов в контролируемой атмосфере.

Из материалов World's Poultry Science Journal: «Наиболее важные показатели качества мяса птицы – это внешний вид и текстура. Внешний вид – критический показатель для потребителя при выборе как мяса птицы, так и готового продукта. Текстура – это наиболее важный фактор, определяющий внешний вид мяса, влияющий на потребительское предпочтение. Внешний вид продукта определяется цветом кожи, цветом мяса, цветом готового продукта и дефектами, такими как синяки и кровоподтеки. Следовательно, производителю необходимо выпускать продукт высокого качества во избежание снижения цены на него. Исторически нежность мяса была

напрямую ассоциирована с качеством птицы (порода, пол и возраст). Однако современная индустрия производит высокооднородную молодую птицу, в связи с чем большинство проблем качества сегодня связано с текстурой мяса и результатами ошибок при переработке или ранней обвалке (снятия мяса с кости). Хотя такие показатели, как сочность или вкус, также важны, они наиболее зависят от качества приготовления готовой продукции, и легко корректируют ошибки переработки, если таковые есть. Понимая большинство критических факторов, влияющих на цвет и нежность мяса птицы, можно производить однородный качественный продукт» [4].

Оглушение – первый шаг при «гуманном» убое, предусматривающем забой птицы в бессознательном состоянии. Для этого было разработано несколько методов. Наиболее приемлемый и один из самых простых – электрическим током. При навешивании за ноги головы птиц входят в контакт с солевым раствором (концентрацией NaCl примерно 1%) или обычной водой, в котором электроды расположены так, что ток проходит через птицу на конвейер навешивания, выполняющий функцию земли. Соответствующий разряд оглушает приблизительно на 60-90 с, в течение которых птица не способна самостоятельно стоять или двигаться. Недооглушение может привести к дефектам тушек, например, к неполному обескровливанию, в то время как чрезмерное воздействие тока может вызывать такие пороки качества, как переломы ключиц и кровоизлияния из разорванных артерий и капилляров [6].

В европейских странах в целях замены электрооглушения с использованием электрошока были разработаны другие методы оглушения. Одним из промышленных методов является выдержка птиц в атмосфере газа, вызывающего анестезию или кислородное голодание. Для этого может использоваться двуокись углерода – анестезирующий газ, который быстро приводит к потере сознания [5]. Аргон и азот – инертные газы, которые вытесняют воздух и вызывают бессознательное состояние в результате отсутствия кислорода [8; 8].

Существуют несколько методов оглушения птицы с помощью газа, предусматривающих различные смеси газов и их концентрации. Основных систем однофазного оглушения – две. В первой из них используется смесь углекислого газа (10-40%) и воздуха (60-90%), которая воздействует в течение непродолжительного времени (30-45 с), при этом оглушает, но не умерщвляет птицу. Другие системы, использующие смеси аргона (55-70%), азота (до 15%) и углекислого газа (30%), действуют дольше (от 2 до 3 мин) и приводят к тому, что птица поступает на убой уже мертвой [4].

Для российской птицеперерабатывающей промышленности может являться более предпочтительным двухфазный метод оглушения птицы. Он осуществляется в 2 этапа. На первой стадии уровень CO₂ составляет 30% объема газовой смеси, а на второй – 70%. Весь двухступенчатый процесс занимает приблизительно 2,5 мин, расход CO₂ – порядка 10–12 г на птицу [7].

Следует отметить, что оглушенные газом птицы пассивно висят в подвесках, конвейера, движущегося в камеру убоя. В этом случае

оборудование не нужно каждый раз регулировать для захвата птицы, как это происходит с окоченевшей птицей после жесткого электрического оглушения.

В настоящее время в России оборудование для оглушения птицы в контролируемой газовой среде (рисунок 1) представлено в ООО «Белгранкорм» (в структуре холдинга имеются предприятия, использующие и традиционный способ оглушения птицы – электрическим током).

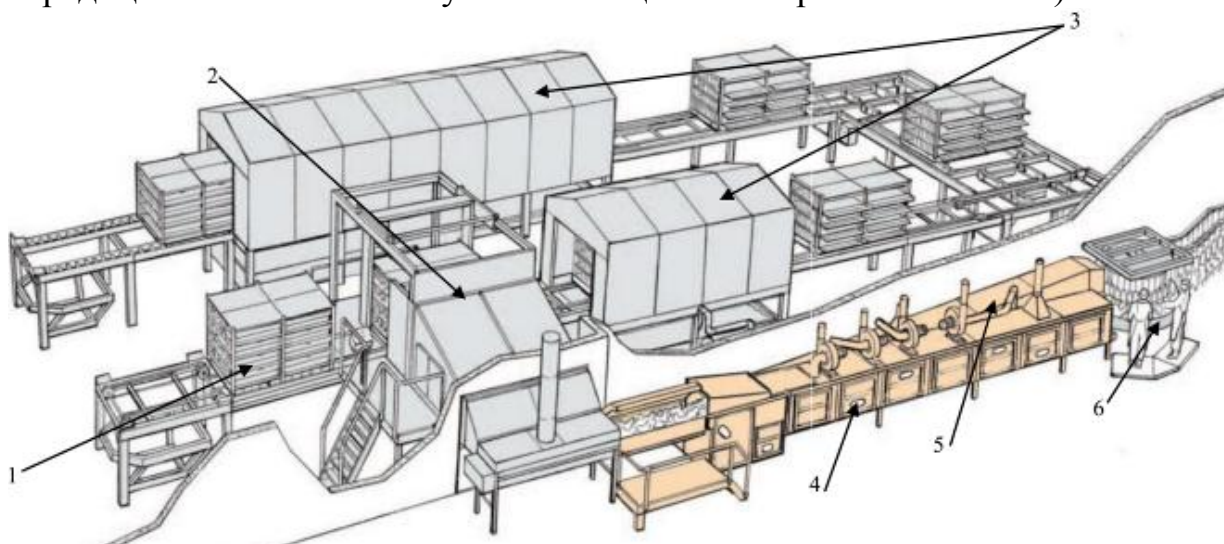


Рис. 1. Система газового оглушения птицы CAS-1000

1 – подача птицы в контейнерах; 2 – выгрузка птицы на конвейер; 3 – системы мойки контейнеров; 4 – система оглушения птицы в газовой среде (первая ступень – оглушение с повышенным содержанием O_2); 5 – система оглушения птицы в газовой среде (вторая ступень – оглушение с повышенным содержанием CO_2); 6 – навешивание оглушенной птицы на карусель

Для сравнения качественных показателей мяса птицы, был проведен ряд опытов с мясом, полученным от убоя при различных способах оглушения: электрическим и газовым.

Птицу, оглушенную в условиях контролируемой газовой среды, делили на две партии, для одной из которых использовали электростимуляцию тушек, для второй же электростимуляция не применялась.

Замеры pH в мясе птицы проводили в грудных и бедренных мышцах на специальном стандартном pH-метре. Навеску измельченного мяса 5 г помещали в коническую колбу на 130 мл, доливали 50 мл дистиллированной воды, тщательно взбалтывали полученный раствор в течение 30 минут, затем вытяжку отфильтровывали через сухой складчатый фильтр в химический стакан. В исследуемый раствор погружали электроды, в течение пяти минут наблюдали за результатами.

Изменение значений pH мяса птицы при оглушении в контролируемой газовой среде и оглушении электрическим током имеет следующую тенденцию (рисунок 2):

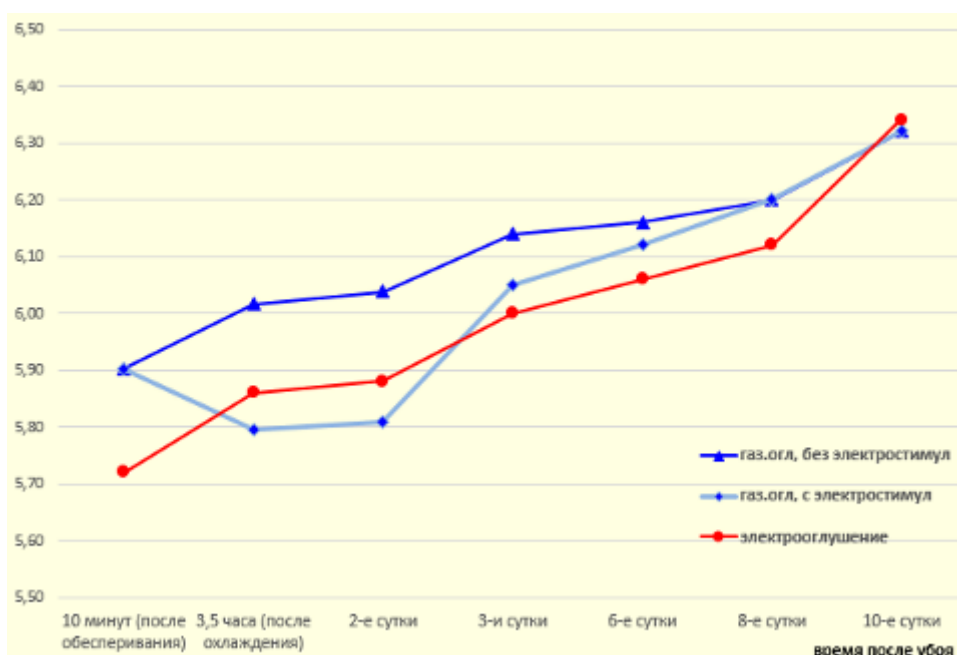


Рис. 2. Изменение pH в грудных мышцах (филе большое) цыплят-бройлеров при различных способах оглушения с использованием электростимуляции или без нее

Здесь и далее: для исследований использовалась птица от одной партии (один возраст – 40 дней, вес – 2,150 кг в среднем, кросс – Кобб, система содержания и кормления, птица выращивалась в одном корпусе). При отлове сажалась в контейнеры и направлялась на два завода по убою и переработке, расстояние между которыми составляет 200 метров. Таким образом, птица была абсолютно идентична и однородна.

Из данных, полученных при убое птицы с различными способами оглушения, наблюдается, что значения pH имеют положительную динамику для всех трех вариантов. Сравнивая результаты, видно, что электростимуляция повлекла за собой резкий скачок значений pH в кислую сторону в сравнении с другими группами тестируемых образцов. Исходя из этого, можно сделать вывод, что при газовом оглушении с электростимуляцией процесс созревания происходит быстрее, чем при оглушении электрическим током или газом без электростимуляции. Здесь можно сделать вывод, что созревание для последних двух образцов протекало по истечении первых суток, когда измерения не проводились, и наглядной иллюстрации нет.

Графики иллюстрируют постоянный рост значений pH. Очевидно, такие значения получены вследствие прижизненного распада гликогена, количество образовавшейся после убоя молочной кислоты в мясе невелико. Повышенные значения pH для такого мяса предполагают хорошую влагосвязывающую способность вследствие достаточной растворимости миофибрилярных белков.

Для оценки функционально-технологических свойств сравнивали влагосвязывающую и влагоудерживающую способность мяса, полученного от убоя птицы с электрооглушением и оглушением в газовой среде с

использованием электростимуляции. Результаты представлены на рисунках 3 и 4.

Графики наглядно иллюстрируют преимущество газового оглушения, при котором влагоудерживающая способность выше, чем при электрооглушении в бедренных мышцах – на 3,2%, а в грудных мышцах – на 5,6%.

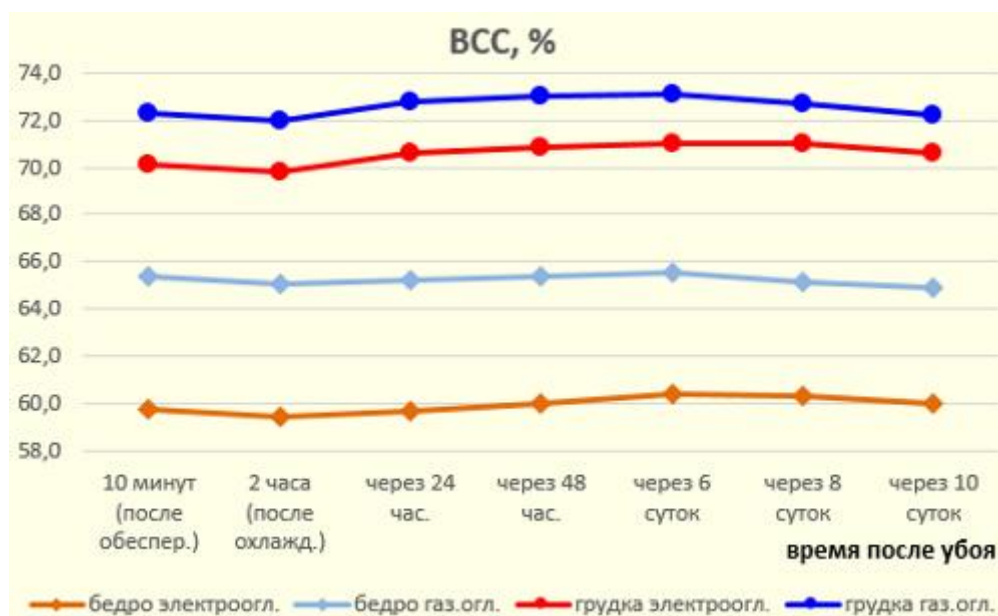


Рис. 3. Влагоудерживающая способность мяса цыплят-бройлеров при различных способах оглушения

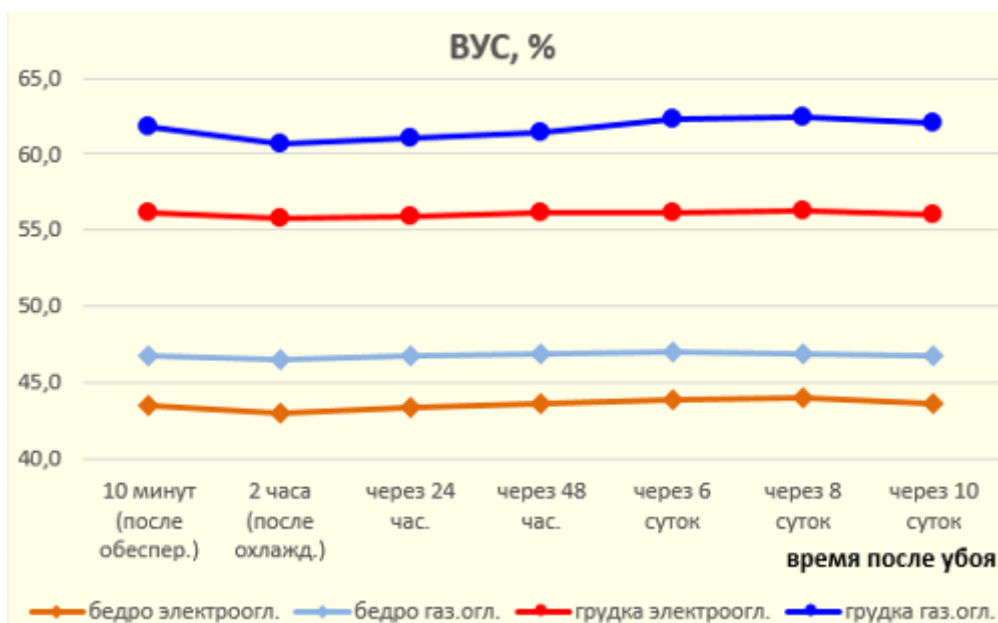


Рис. 4. Влагоудерживающая способность мяса цыплят-бройлеров при различных способах оглушения

Если сравнивать выход мяса цыплят-бройлеров от живого веса, преимущество газового оглушения также налицо (таблица 1): выход мяса в убойном весе при газовом оглушении (с использованием электростимуляции) выше на 0,4%. Но если здесь можно говорить о влиянии и других факторов

(например, заполненность ЖКТ), то разница в выходе филе грудки очевидна: у тушек, оглушенных в газовой среде и с использованием электростимуляции выход выше на 0,86% по сравнению с тушками, оглушенных электричеством. Кроме того, при оглушении в газовой среде, выход крови на 0,3% больше, что говорит о более полном обескровливании и, следовательно, лучшем качестве тушек птицы.

Таким образом, применение газового оглушения, помимо улучшения внешнего, товарного, вида тушек (снижение количества переломов, кровоподтеков) и улучшения условий труда работников участка навески живой птицы (снижение пыли, шума, сопротивления птицы), улучшает и функционально-технологические свойства мяса птицы (влагосвязывающая и влагоудерживающая способность), а также экономические показатели (за счет увеличения выхода продукции снижается ее себестоимость и увеличивается рентабельность производства).

Таблица 1

**Сравнение выхода крови, пера и мяса цыплят-бройлеров
при различных видах оглушения, %**

№ п/п	выход кро- ви	выход пера	выход мяса ЦБ (тушки потро- шенные)	выход грудки	выход фи- ле грудки
Электрическое оглушение	1,8%	3,82%	73,09%	34,39%	22,68%
Газовое оглуше- ние	2,1%	3,85%	73,49%	34,36%	23,54%

Безусловно, приобретение и обслуживание системы оглушения птицы в контролируемой атмосфере – довольно затратное мероприятие, однако при ее внедрении российские переработчики смогут успешно конкурировать в качестве выпускаемой продукции с ведущими зарубежными производителями.

Применение мировых инновационных технологий позволит обеспечить технологический прорыв и существенно повысить конкурентоспособность отечественного птицеводства.

Список литературы

1. Гиро Т.М. Злобина С.А. Современный способ повышения качества мяса птицы методом каплунирования // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы / под ред. И.Л. Воротникова. – Саратов, 2013. – С. 238-241.
2. Яковлева Н.Д. Инновации для гуманного оглушения птицы [Текст] / Н.Д. Яковлева // Птица и птицепродукты. – 2011. – № 4. С. 30-35.
3. Яковлева Н.Д. Альтернативное бестрессовое оглушение птицы [Текст] / Н.Д. Яковлева // Птицепром. – 2013. – № 3 (17). С. 54-58.
4. Barker, R. The Effect of Waterbath Stunning Current, Frequency and Waveform on Carcass and Meat Quality in Broilers. Dissertation for MSc in Meat Science and Technology. University of Bristol, 2006.
5. Dell P., Hugué Lin A., Bonvallet M. Effects of hypoxia on the reticulo-cortico-reticular system and on motor excitability, in Gustaut H. and Meyer J.S., Cerebral Anoxia and the Electroencephalogram, Charles C Thomas, Springfield, IL., 1961, pp. 46-57.
6. Gregory N.G. Stunning and Slaughter. Processing of Poultry, 1995, pp. 31-63.

7. Hoen, T., Lankhaar, J. Controlled atmosphere stunning of poultry. Poultry Science, 1998, No. 78, pp. 287-289.

8. Mohan Raj A.B., Gregory N.G. Investigation into the batch stunning / killing of chickens using carbon dioxide or argon – induced anoxia // Research in Veterinary Science, 1990, No. 49, p. 364.

9. Mohan Raj A.B., Grey T.C., Audsely A.R., Gregory N.G. Effect of electrical and gaseous stunning on the carcass and meat quality of broilers. British Poultry Science, No. 31, p. 725.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФОРСАЙТ-АНАЛИТИКА ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА. ПОТРЕБНОСТИ И КОНЦЕПЦИЯ

Соболев А.А.

аспирант кафедры экономической информатики
Новосибирского государственного университета экономики и управления,
Россия, г. Новосибирск

Соловьёв В.И.

профессор кафедры экономической информатики
Новосибирского государственного университета экономики и управления,
канд. технических наук, доцент,
Россия, г. Новосибирск

Использование методологии «форсайт» позволит оценить долгосрочные перспективы развития электронного правительства в России за счёт определения стратегических направлений исследований и новых технологий в данной области, а также достижения консенсуса между заинтересованными сторонами. На сегодняшний день у форсайт-аналитиков наблюдается острая потребность в информационном обеспечении направленного на процесс в рамках которого происходит сбор, формирование, анализ мнений заинтересованных сторон, а также дальнейшее управление корректировками данной информации.

Ключевые слова: электронное правительство, ИКТ, Форсайт, методология, стратегия, видение, информационное общество.

Процесс планирования определяет основные альтернативы, ключевые вопросы, связанные с каждой альтернативой, и помогает в оценке и отборе наиболее жизнеспособных альтернатив до начала задачи. В целях успешного выполнения задач по созданию электронного правительства, необходимы соответствующие стратегии и планы действий. Форсайт является подходящим инструментом для определения стратегии электронного государственного управления [2, с. 1].

Форсайт сосредоточен на создании и анализе возможных вариантов будущего и выработке альтернативных стратегий на основе как имеющихся знаний, так и данных полученных в процессе прогнозирования [1, с. 2].

Форсайт электронного правительства может иметь мультипликативный эффект для проведения его спин-оффов (в области: налоговых реформ, ИТ-сектора, образования и т.д.). Результаты форсайта электронного правительства имеют значительные последствия для реализации и пересмотра политики [3 с. 4].

Возможность адаптации электронного правительства под нужды и интересы собственных граждан в значительной степени зависит от уровня стратегического планирования и прогнозирования. Использование методологии «форсайт» позволит оценить долгосрочные перспективы развития электронного правительства в России, чтобы определить стратегические направления исследований и новые технологии в данной области, а также достичь консенсуса между заинтересованными сторонами [4, с. 3-4].

Для проведения Форсайта необходим сбор и анализ огромного количества мнений и требований по развитию электронного правительства. Это очень долгий и трудозатратный процесс. В связи с этим целесообразно использование информационное обеспечение, которая облегчит и ускорит этот процесс.

Программное обеспечение позволяет автоматическое прогнозирование и интеграцию прогнозов во время планирования. Но большая часть программных продуктов до сих пор прогнозирует по грубым методам, содержащихся в системах планирования, а возможности применять более сложные и точные методы не предлагаются [5, с. 4].

Прогнозное программное обеспечение не является совершенным. Остаются недостатки в отношении обработки данных, пользовательских интерфейсов и интеллектуальной поддержки процессов прогнозирования. К сожалению, до сих пор, большинство систем прогнозирования не были организованы вокруг модели рабочего процесса с четко определенными процедурами. Выходом из данной ситуации может послужить использование кейсов, которые определяют различные роли пользователей в соответствии с компетенциями и задачами, а также применение процессно-ориентированных инструментов разработки программного обеспечения таких как UML (универсального языка моделирования).

На данный момент для форсайт-аналитиков не существует программного обеспечения, которое полностью удовлетворяло бы их потребностям. Есть несколько причин для этого.

Во-первых, требования к данным являются обременительными: гетерогенные данные должны быть собраны и объединены из различных локальных и удаленных баз. Для размещения разнообразных источников данных, система прогнозирования должна включать в себя большое количество импорта и экспорта данных объектов, таких, как онлайн-подключения к базе данных (ODBC), подключения Java Database (JDBC), XML- парсеры и интерфейсы оперативной аналитической обработки данных (OLAP), такие как Cognos, а также средства для создания запросов. В идеале система прогнозирования должна разрешать доступ к реляционным системам управления базами данных (СУБД) при помощи SQL (структурированный язык запросов) запросов.

Также было бы полезно дать аналитикам стандартизированный доступ к наиболее часто используемым экономическим базам данных [5, с. 5-6].

Вторая трудность в том, что для сбора данных с целью использования в качестве независимых переменных в динамической модели, они должны сначала должны кодироваться для представления динамических эффектов. Программное обеспечение должно предложить процедуры, которые облегчают кодирование динамических эффектов, и, возможно, включают в себя автоматизированную основу правил системы, чтобы создать разумные комбинации регрессоров.

В-третьих, это трудность моделирования. Форсайт-аналитики редко опираются на результаты одной модели. Они должны иметь удобный способ сравнения результатов различных моделей. Важно также иметь возможность добавлять комментарии о данных, вычисленных моделей, шагах моделирования в каждой модели и результатах оценки. В противном случае, важная контекстная информация будет потеряна.

Программное обеспечение должно также поддерживать форсайт-аналитика в его ежедневных повторяющихся задачах. Система должна производить презентабельные отчеты, смешивая таблицы, графики и комментарии и предлагая библиотеку шаблонов отчетов. Было бы полезно иметь инструмент, который может генерировать шаблон на основе существующих отчетов.

Таким образом, в процессе сбора и управления данными, которые важны для прогнозирования будущего электронного правительства, присутствует значительная организационная составляющая, которая с целью повышения эффективности работы форсайт-аналитика требует автоматизации за счёт использования специального программного обеспечения, что позволит оптимизировать процесс проведения Форсайта электронного правительства.

Список литературы

1. Соловьев В.И., Бессонов А.Н., Соболев А.А. Форсайт: история, методология, актуальность и перспективы в России. / Гуманитарные науки и образование в Сибири. – 2012. – 2 с.
2. Трутнев Д.Р. Стратегическое планирование проектов и программ развития электронного правительства. / Учебное пособие. – СПб.: НИУ ИТМО. – 2012. – 1 с.
3. Ali Abdollahi, Mehdi Fasanghari, Mohammad Azadnia. A Foresight based Framework for E-government Strategic Planning. / Iran Telecommunication Research Center. – 2009. – 4 с.
4. Ian Miles and Michael Keenan. Overview of Methods used in Foresight. / PREST, Institute of Innovation Research (IoIR), University of Manchester, UK, 2009 – С. 3-4.
5. Ulrich Ku, B.D. McCullough, Michael Bell. / Catholic University of Eichstatt. Forecasting software: Past, present and future. – 2006. – С. – 4-7.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ПУТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ОБРАБОТКИ ОТ ЗАДАННЫХ В СЛЕДСТВИИ СЛОЖНОЙ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА

Стрельцов П.А.

аспирант кафедры «Технология машиностроения»
Ульяновского государственного технического университета,
Россия, г. Ульяновск

В данной статье рассматривается повышение эффективности высокоскоростной фрезерной обработки путем совершенствования выбора значений режима резания. Как правило высокоскоростное фрезерование применяется для обработки сложно профильных заготовок, поэтому инструмент имеет сложную траекторию движения и принимает различные пространственные положения, в результате: действительные значения режима резания будут отличаться от заданных в начале обработки, что приводит к ухудшению качества поверхностного слоя детали.

Ключевые слова: повышение эффективности высокоскоростной обработки, режимы резания, САМ-система.

Данная тема посвящена определению действительных значений (их изменения от заданных) режима резания в зависимости от траектории движения инструмента при высокоскоростной обработке, совершенствованию выбора значений элементов режима обработки, и возможности создать алгоритм, который возможно запрограммировать в САМ-системе и/или реализовать аппаратно, во взаимосвязи с системой ЧПУ высокоскоростного станка – реализовать адаптивную обработку.

В процессах механической обработки важным вопросом является точность обработанной заготовки и качество поверхностного слоя. Одной из причин, вызывающих погрешности геометрических параметров деталей, являются деформации технологической системы, в частности деформации вызванные в результате действия сил резания на обрабатываемую поверхность, а также тепловых процессов в зоне резания, которое также оказывает влияние на качество поверхностного слоя.

В аэрокосмической технике детали изготавливаются тонкостенными и ажурными или из металлов с низкой теплопроводностью, что обуславливает соответственно низкую жесткость самой детали, большие деформации при обработке и понижение качества поверхностного слоя, в частности отпусков поверхностного слоя закаленной заготовки.

На сегодняшний день наибольшее распространение получает высокоскоростная обработка фрезерованием (ВСФ). Имея возможность вести ВСФ закаленных сталей, можно обеспечить качество поверхности, соизмеримое с электроэрозионной обработкой. Это позволяет пересмотреть структуру производственного процесса. Главный эффект ВСФ заключается не в сокращении машинного времени за счет интенсификации режимов резания, а в об-

щем упрощении производственного процесса и в повышении качества обработки [1].

Необходимость совершенствования выбора режима резания при ВСФ и определения действительных значений обусловлена тем, что для условий ВСФ, перестают быть адекватными линейные, либо слабонелинейные математические модели, хорошо зарекомендовавшие себя на скоростях при традиционной обработке, и становятся неэффективными большое количество методов оценки состояния динамической системы станка и процесса резания [2].

Кроме того, высокая скорость процессов пластической деформации и тепловых процессов при ВСФ в совокупности с существенной нелинейностью зависимости силы резания от толщины среза и скорости резания приводят к возникновению хаотического состояния динамической системы, вследствие чего динамическая система станка становится очень чувствительной даже к незначительным внешним возмущениям, например, небольшие колебания припуска заготовки в процессе резания приводят к значительным искажениям траектории формообразования и как следствие снижению качества обрабатываемой поверхности [2].

Это происходит из-за того, что все рабочие органы станка имеют значительную массу и как следствие, инерционность, для исключения излишних нагрузок на приводы и обеспечения срока службы, в системах ЧПУ закладываются параметры разгона и торможения при изменении направления движения. Так же задается, так называемый, угол реверса и при всех изменениях направления движения на этот, или более острый угол, система управления выполняет торможение в конце перемещения перед переломом и разгон после него [3]. В случае, если длина перемещения, заданная в кадре перед переломом меньше, чем необходимо для торможения, система управления не может обеспечить сброс подачи. При этом инструмент отклонится от заданной траектории и на обрабатываемой поверхности получится подрез (рис. 1).

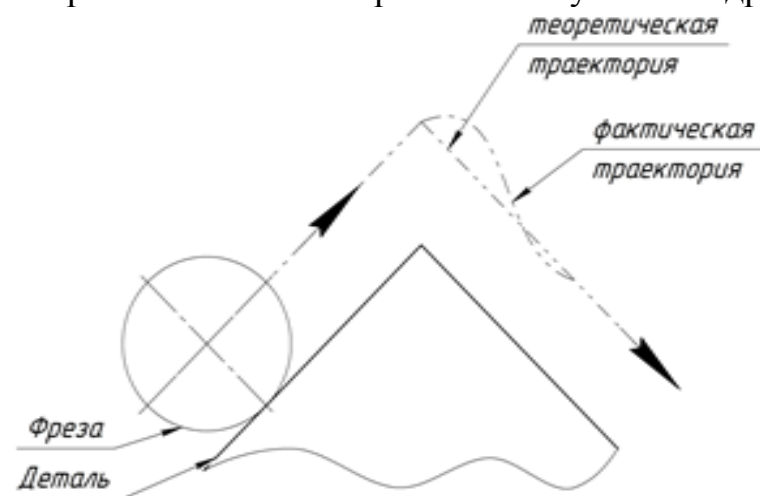


Рис. 1. Погрешность фрезерования в результате действия динамических сил [16]

Помимо этого, выделяются некоторые случаи траектории движения инструмента, в результате которых возникает изменение величины срезаемого припуска и эффективного диаметра фрезы.

- на рис. 2 показаны изменения положения фрезы (в начальный и конечный момент выхода из паза), из-за почти прямых углов в траектории движения будет иметь место изменения скорости резания и подачи;

- на рис. 3 показано изменение эффективного диаметра фрезы, который меняется в зависимости от угла наклона фрезы к обрабатываемой поверхности, особенности ее геометрической формы и глубины резания, что также приводит к изменению скорости резания.

- на рис. 4 показано изменение снимаемого припуска, когда снимаются ступени, оставшиеся после черновой обработки, что требует необходимости соответствующего изменения скорости подачи и корректировки режима резания из-за изменения силы резания.

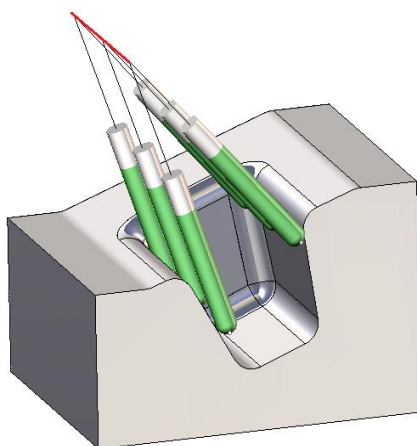


Рис. 2. Возможные положения фрезы при обработке паза

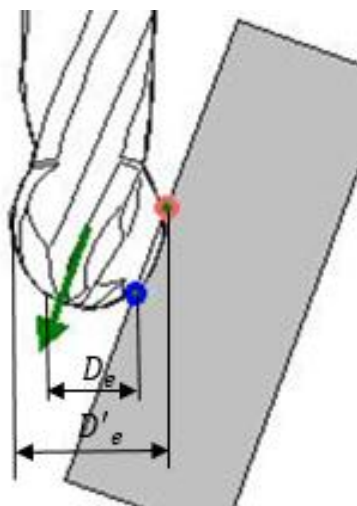


Рис. 3. Изменение эффективного диаметра фрезы, в следствие изменения наклона оси концевой фрезы к обрабатываемой поверхности

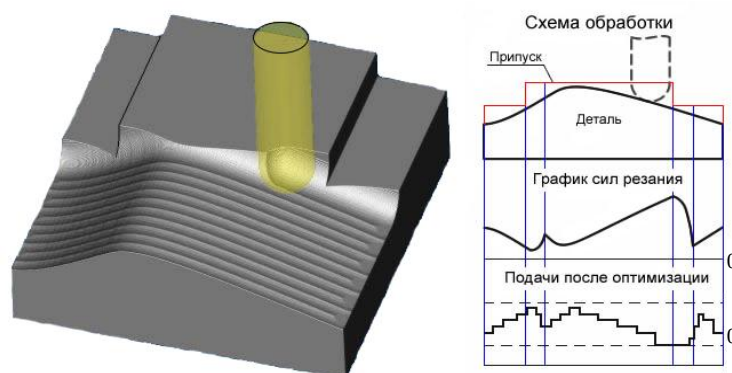


Рис. 4. «Ступени», образующиеся после черновой и получистовой обработки

Возможности программного обеспечения CAD/CAE/CAM являются ключевыми в обеспечении эффективной ВСФ.

Технология ВСФ начинается с создания соответствующих управляющих программ, поэтому возникает новое требование к САМ-системам – автоматическое определение фактических значений элементов режима резания (их изменения), с целью определения наиболее лучшей траектории движения инструмент для качественной обработки поверхности.

Учитывая влияние параметров траектории движения инструмента, а также его геометрии при создании управляющих программ для ВСФ необходимо учитывать следующее:

- динамические характеристики оборудования;
- геометрию режущего инструмента;
- форму обрабатываемой поверхности;
- минимально допустимые значения в силовых и тепловых процессах.

Из выше сказанного для повышения эффективности ВСФ необходимо моделирование процесса резания с учетом динамических и теплосиловых процессов, что позволит определить последовательность расчета фактических значений элементов режима резания.

Повышение эффективности путем расчета фактических значений элементов режима резания для конкретных участков траектории обработки на стадии генерирования в САМ-системе и/или создания адаптивной системы (как наиболее перспективной) позволит:

- уменьшить время на разработку управляющей программы для станка с ЧПУ;
- максимально сократить число тестовых обработок с целью нахождения оптимальных значений элементов режима резания.
- уменьшить вероятность получения брака.

Для совершенствования выбора режима резания необходимо учитывать:

1. В отличие от стандартных режимов фрезерования, где задается минутная подача, при ВСФ для фрез необходимо задавать подачу на зуб. Для «старого» инструмента алгоритм работал хорошо, так как изменение подачи составляло 30...50% [1]. С применением современного инструмента, когда необходимо изменение минутной подачи в несколько раз, этот алгоритм при-

водит к повышенному износу инструмента. Что делает необходимым более динамично и достаточно точно, в строго допустимых пределах, изменять минутную подачу.

Подача на зуб определяет толщину снимаемой стружки и обеспечивает создание необходимого усилия для резания – постоянство толщины стружки.

Необходимо выдерживать постоянной подачу на зуб, при этом минутная подача может изменяться и очень значительно. Наиболее простым примером этого служит фрезеровка отверстий и обкатка углов на контуре. При движении фрезы по траектории обработки внутреннего радиуса, возникает ситуация, когда периферия инструмента перемещается с гораздо большей скоростью. Соответственно реальная подача на зуб может возрасти во много раз. Это, конечно же, приведет к поломке инструмента. При обработке выпуклых поверхностей, получается обратный эффект. Подача на зуб, при попутном фрезеровании, меньше минимально допустимой приводит к ухудшению условий резания и повышенному износу. Это происходит потому, что первый зуб не может срезать слишком тонкий слой металла и проскальзывает, и начинает резать только второй или третий зуб (для эффективной реализации ВСФ необходимо обеспечивать всегда «тонкую стружку»). При этом, возникает дополнительная нагрузка на инструмент и станок, из-за избыточного трения при проскальзывании зубьев [3].

Кроме того, так как фреза работает через зуб, а то и два, возникает вибрация, которая приводит к разрушению режущей кромки инструмента и повышенному износу узлов станка, и плохому качеству обрабатываемой поверхности.

Очевидно применяемое в управляющих программах для стандартных режимов резания правило постоянной минутной подачи в программах для ВСФ неприемлемо [3] – необходимо задавать, как исходную информацию, не минутную подачу, а подачу на зуб, количество зубьев фрезы и обороты, для расчета минутной подачи на каждом участке обработки. Введение зон торможения должно быть обусловлено только динамическими характеристиками станка, то есть когда перемещение слишком мало для торможения, или изменениями условий обработки (например, значительным увеличением припуска).

К сожалению, на данный момент времени ни одна САМ-система, даже высокого уровня, не удовлетворяет вышесказанному в полном объеме.

2. В управляющих программах число оборотов шпинделя, как правило, задается вначале программы и в дальнейшем не изменяется. Как отмечалось выше, минутная подача движения фрезы должна изменяться, согласно условиям обработки на каждом участке траектории, для обеспечения оптимальных режимов обработки и динамических требований станка, и в свою очередь подача на зуб должна быть постоянной.

Отсюда очевидно, что необходимо изменять динамически (адаптивно или задано) частоту вращения шпинделя на конкретных участках траектории движения фрезы для обеспечения постоянства подачи на зуб. Это следует из уравнения (1) становится очевидным, что в управляющей программе частота

вращения шпинделя становится переменным значением на протяжении всей обработки сложно профильных заготовок.

$$f_v = n \cdot z \cdot f_z, \quad (1)$$

где f_v – минутная скорость подачи, мм/мин; n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹; z – число зубьев фрезы, ед.; f_z – подача на зуб, мм/об.

В результате постоянного изменения частоты вращения шпинделя в процессе обработки – изменяется скорость резания, что видно из уравнения (2):

$$v = \frac{\pi \cdot D_c \cdot n}{1000}, \quad (2)$$

где v – скорость резания, м/мин; D_c – эффективный диаметр фрезы, мм; n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹.

Из уравнений (1) и (2) видно, что скорость резания в процессе обработки сложнопрофильной заготовки в действительности будет отличной от заданной из-за изменений минутной подачи и эффективного диаметра фрезы.

Из основ расчета скорости резания известно, что скорость резания имеет непосредственное влияние на силу резания и распределение тепловых процессов в зоне резания, а также на деформацию заготовки через значение нормальной составляющей силы резания к обрабатываемой поверхности и температуру этой поверхности.

Очевидно, что основным параметром для определения действительного режима обработки целесообразно использовать скорость резания.

Таким образом выбор режима резания должна основываться на моделировании процесса резания при ВСФ по параметрам в зависимости от скорости резания, например:

$$P_n = f(v, \dots), \quad (3)$$

$$\theta_{\text{пов}} = f(v, \dots), \quad (4)$$

где $P_n = f(v, \dots)$, – нормальная составляющая силы резания, Н; $\theta_{\text{пов}} = f(v, \dots)$, – температура обработанной поверхности, °С.

Математическая модель силы резания.

Как известно, наибольшее влияние на силу резания оказывают параметры поперечного сечения снимаемой стружки, размеры которого зависят от подачи на зуб, ширины фрезерования, угла передней поверхности режущей кромки и скорости резания, и учитывая, что в процессе ВСФ невозможно образования нароста на передней поверхности режущего инструмента, а также минимального влияния других факторов – возможна функция силы резания следующего вида:

$$P(v) = f(v, a_e, h, \gamma), \quad (3)$$

где v – скорость резания, м/мин; a_e – ширина резания, мм; $h = f_z \cdot \sin \psi$ – толщина среза, мм; f_z – подача на зуб, мм/об; ψ – угол контакта фрезы, град; γ – главный передний угол режущего инструмента.

Используя уравнения регрессионных моделей и потенцирования их, функцию (3) возможно привести к уравнению вида (4), в которую входят четыре параметра режима резания и коэффициенты, указывающие их значимость в зависимости от физико-химических свойств материала и условий об-

работки.

$$P(v) = C_p \cdot v^{x_v} \cdot a_e^{x_a} \cdot h^{x_f} \cdot \gamma^{x_\gamma}, \quad (4)$$

где v – скорость резания, м/мин; a_e – ширина резания, мм; h – толщина среза, мм; γ – главный передний угол режущего инструмента; $C_p, x_v, x_a, x_f, x_\gamma$ – коэффициенты учитывающие свойства и условия обработки.

Математическая модель температуры обрабатываемой поверхности.

Известно, что наибольшую температуру в зоне резания при ВСФ имеет область условного сдвига, а остальные пренебрежимо малы, поэтому определение только лишь этой температуры имеет значение для описания критических температур в зоне резания. Также, если при расчете температуры в зоне сдвига пренебречь теплоотводом от этой зоны, то при этом возможна ошибка лишь в сторону завышения температуры против действительных.

Для расчета температуры в зоне сдвига стружки используется уравнение (5) предложенное в [4], с допущением того, что механическая работа трения по передней поверхности пренебрежимо мала:

$$\theta_{\text{сд}}(v) = \frac{P(v) \cdot 10^6}{a_e \cdot h \cdot \rho \cdot c} + \theta_0, \quad (5)$$

где v – скорость резания, м/мин; a_e – ширина резания, мм; h – толщина среза, мм; ρ – плотность обрабатываемого материала, кг/м³; c – коэффициент теплоемкости обрабатываемого материала, Дж/(кг · °С); θ_0 – начальная температура обрабатываемой заготовки, °С.

Добавляя в уравнение (5) экспоненциальную зависимость – учитывающую количество тепла перешедшего в поверхность заготовки, уравнение принимает вид:

$$\theta_{\text{пов}}(v) = \frac{P(v) \cdot e^{-\frac{v}{80}} \cdot 10^6}{a_e \cdot h \cdot \rho \cdot c} + \theta_0. \quad (6)$$

В экспоненциальной функции ($e^{-\frac{v}{80}}$), число «80» является коэффициентом непосредственно для обработки заготовок из материала стали 30ХГСА. Теоретически предполагается, что данный коэффициент является значением скорости резания, при которой температура в области сдвига стружки достигает значения 65 % [5] от температуры плавления материала:

$$v = 80 \text{ м/мин, при } \theta_{\text{сд}} = 0.65 \cdot \theta_{\text{п}} \text{ – для стали 30ХГСА,} \quad (7)$$

где $\theta_{\text{п}}$ – температура плавления материала, °С.

В перспективе является необходимость подтверждения данной теории и установлении таких значений для других материалов.

Математическая модель отклонения профиля обработанной заготовки.

Для обработки маложестких заготовок или их отдельных элементов имеет целесообразность определения возможного отклонения профиля обработанной заготовки в результате действия силы резания с учетом изменения физико-механических свойств материала заготовки из-за переходящего в него образуемого тепла в зоне сдвига стружки (10):

$$\Delta y_v = f(P_n, Q_{\text{п}}, \dots), \quad (10)$$

Математическая модель, описывающая отклонение профиля обработанной заготовки, в зависимости от скорости резания может быть представлена в виде уравнения:

$$\Delta y(v) = \frac{P_n(v)}{I \cdot E(\theta_{\text{пов}}(v))} \cdot k_{\text{ст}}, \quad (8)$$

где P_n – нормальная составляющая силы резания к обрабатываемой поверхности установленная в зависимости от скорости резания, Н; E – модуль упругости, зависящий от температуры материала заготовки, МПа; I – момент инерции обрабатываемого сечения заготовки см⁴; $k_{\text{ст}}$ – учитывающий одно-стороннюю или двухстороннюю (симметричную) обработки тонкой стенки, при обработке стенки с одной стороны $k_{\text{ст}} = 1$, с двух $k_{\text{ст}} = 2$.

В уравнении (8) модуль упругости определяется в зависимости от температуры поверхности, т.к. учитывая, что данное уравнение применяется в случае обработки нежесткой заготовки, то температура поверхности с течением относительно короткого времени станет средней температурой материала.

В итоге, полученные математические модели процесса ВСФ, позволяют при совместном их решении определить допустимый диапазон скорости резания на текущем участке траектории обработки.

В общем виде решение нахождения скорости резания для высокоскоростной обработки будет иметь вид:

$$\{P, \theta_{\text{пов}}, \Delta y\} = f(v) \leftarrow \begin{cases} P(v) = f(v, a_p, f, \gamma) \\ \theta_{\text{пов}}(v) = f(P, v, a_p, f, \rho, c, \theta_0) \\ \Delta y(v) = f(P(v), I, E(\theta_{\text{пов}})) \end{cases} \quad (9)$$

На рис. 5 показано выражение (9).

Допустимый диапазон изменения скорости резания определяется проекциями допустимых значений контролируемых параметров ($P, \theta_{\text{пов}}, \Delta y$) на ось абсцисс (v) и в качестве допустимого диапазона скорости резания выбирается участок, в котором ни один из контролируемых параметров не выходит за пределы допустимых значений. Значение v_{max} определяется исходя из динамических характеристик технологической системы и возможности тонкой балансировки оснастки. Значение v_{min} определяется исходя из «грубых изменений» в физических процессах, возвращающих схему стружкообразования к схеме традиционных скоростей обработки, при которых математические модели не значимы или имеют необоснованную погрешность вычисления.

Из всего рассмотренного можно подытожить. Заданные условия резания в процессе ВСФ будут обеспечиваться преимущественно одним параметром – n (об/мин) – частотой вращения привода главного движения.

В таблице представлена классификация и значимость всех необходимых параметров.

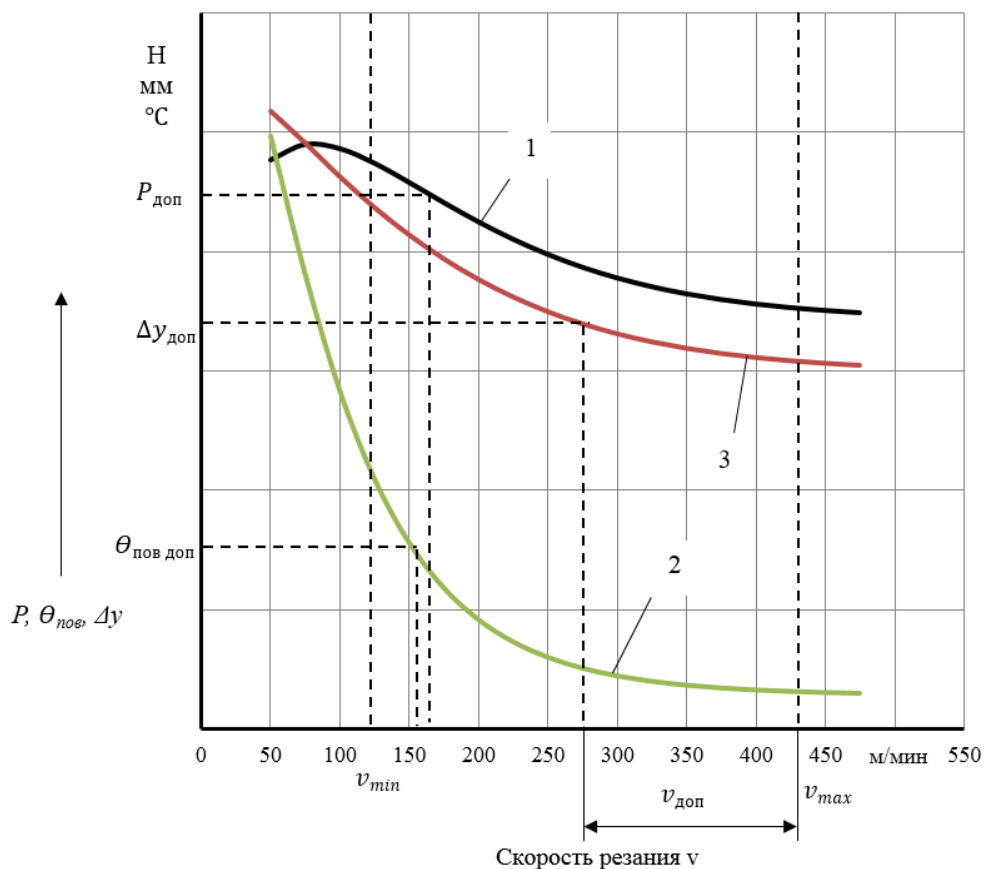


Рис. 1. Влияние скорости резания на силу резания (1), температуру обрабатываемой поверхности (2) и отклонение профиля обработанной заготовки (3) при ВСФ

Таблица

Классификация и значимость параметров режима высокоскоростной обработки

Требуемые параметры	Исходные данные	Постоянные параметры	Переменные параметры	Проверяемые параметры	Параметры регулирования
P	$v = \frac{\pi \cdot D_e \cdot n}{1000}$	f_z	a_p	a_p	n
$\theta_{\text{пов}}$	γ	γ	a_e	a_e	a_e, a_p
Δy	f_z		D_e	D_e	
	a_e		n		
	a_p				

Примечание:

1. Требуемые параметры – параметры, которые необходимо поддерживать в допустимых пределах. Для реализации адаптивного управления режимом резания, хотя бы один из этих параметров должен измеряться непосредственно в процесс обработки (наиболее предпочтительный – сила резания), а остальные будут определяться через математическую модель ВСФ;
2. Исходные данные – все необходимые данные для определения режима резания;
3. Постоянные параметры – параметры, не изменяемые на протяжении всего процесса обработки, задаются один раз в начале написания управляющей программы.
4. Переменные параметры – параметры, которые будут изменяться на протяжении всего процесса обработки в зависимости от кривизны траектории движения инструмента и формы обрабатываемой поверхности.

5. Проверяемые параметры – параметры, из числа переменных параметров, значения которых возможно определить при ручном расчете режима резания (при рассмотрении определенного участка траектории движения инструмента) или в САМ-системе (ЧПУ) в автоматическом режиме при генерации этой траектории.
6. Параметры регулирования – параметры, изменяя которые возможно поддерживать требуемые параметры в допустимых пределах и контролировать их выход за пределы.

В общем виде предлагается следующий алгоритм выбора режима обработки:

1. Выбирать режущий инструмент, необходимый для обработки заготовки:

- определить эффективный диаметр фрезы D_e ;
- передний угол γ .

2. Определить скорость подачи f_z ,

3. Определить глубину резания a_p .

4. Определить рекомендуемую скорость резания v .

5. Определить глубину резания a_e .

6. На основе разработанной математической модели аналитически или графически определить допустимые значения скорости резания.

В случае выхода параметров P и Δu за пределы допустимых, их значение корректируется преимущественно изменением ширины резания a_e , при невозможности изменения ширины резания – изменяют глубину резания.

В случае выхода контролируемого параметра – $\theta_{\text{пов}}$ за пределы допустимых, его значение корректируется изменением частоты вращения шпинделя.

Таким образом: алгоритм может быть применен:

- при расчете режима обработки вручную на заранее выявленных критических участках заготовки и установки их значений на этих участках, при разработке управляющей программы для станка с ЧПУ;

- однозначно определенная структура алгоритма выбора режима резания позволяет с указанием допустимых и исходных параметров запрограммировать ее (например в САМ-системе), что позволит автоматизировано произвести расчет режима резания на критических участках на этапе генерации траектории движения инструмента (при условии, если САМ-система позволяет написание собственных модулей обработки), либо создать программное обеспечение для адаптивной высокоскоростной обработки на станке оборудованном автоматизированной системой определения нагрузки на шпиндель.

Список литературы

1. Виттингтон К., Власов В. Высокоскоростная механообработка // САПР и графика. 2002. № 11. С. 10-17.

2. Саблин ПА, "Повышение эффективности высокоскоростной механической обработки при фрезеровании," ГОУВПО "КнАГТУ", Комсомольск-наАмуре, Автореферат 2008.

3. Макаров А.И. Особенности технологических процессов фысокоскоростного фрезерования // MicroMills. URL: http://www.micromills.ru/show_articles.php?id=3 (дата обращения: 01.06.2014).

4. Розенберг А.М., Розенберг Ю.А., "Влияние скорости деформации и температуры на напряжение при резании хрупкого металла," *Известия Томского ордена трудового Красного знамени политехнического института имени С.М. Кирова*, Vol. 75, 1954. pp. 47-55.

5. Волков Д.И., Проскуряков С.Л., "Разработка модели процесса резания с учетом цикличности формирования стружки," *Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета*, Vol. 15, No. 3, 2011. pp. 72-78.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИ ПО ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ КАФЕДРЫ

Томашевский С.В.

аспирант кафедры корпоративных информационных систем
Московского государственного технического университета радиотехники,
электроники и автоматики,
Россия, г. Москва

В статье приводится описание созданной ситуационной вероятностной модели для стохастической оценки необходимых кафедре ресурсов. Обоснована актуальность введения такой модели. Выделены группы рисков при управлении кафедрой. Введена программная модель расчета рискованных показателей учебной кафедры технического университета при принятии управленческих решений.

Ключевые слова: автоматизация управления, риски, кластерный анализ, программируемая динамическая модель.

Введение. Структурной единицей технического университета, обеспечивающей функционирование единого образовательного пространства, является учебная кафедра технического университета (УКТУ). Учебная кафедра организует и поддерживает ежедневный учебный процесс, формирует и накапливает информационно-методический контент учебных дисциплин, и, в конечном итоге, отвечает за компетентность выпускаемого специалиста.

Выделим текущую, или операционную форму деятельности кафедры, которая включает процессы, выполняемые постоянно при обучении, результаты которой ежедневно влияют на формирование компетенций обучаемых, и проектную деятельность, позволяющую качественно модифицировать образовательное пространство. После решения всех этих задач, и внедрения полученных информационных и методических результатов в учебный процесс, появляется новый инструмент обучения, применение которого в учебном процессе можно отнести к операционной деятельности, требующей выполнения кафедрой стандартных процедур сопровождения учебного процесса.

Для проведения подобных проектных мероприятий учебной кафедре необходимы ресурсы: кадровые, финансовые, методические, технические и пр. Учитывая, что ресурсы кафедры ограничены, при принятии решения по выбору вектора проектной деятельности (как долгосрочной, так и кратко-

срочной) необходимо оценить затраты и степень возможного влияния внедрения результатов на изменение образовательного пространства кафедры. Динамика развития учебной кафедры показывает, что кафедра нуждается в современной и достаточно сложной системе управления, следовательно, необходим математический аппарат и реализованный на его основе программный инструмент, позволяющие прогнозировать последствия принятия управленческих решений по деятельности учебной кафедры [1].

На сегодняшний день основные направления развития учебной кафедры достаточно проработаны и закреплены в ФЗ об образовании [3], также они нашли отражение (правда, в основном качественное) в различных кафедральных документах, регламентах и планах. Например, в типовом Положении об учебной кафедре под основными направлениями деятельности кафедры понимаются: развитие фундаментальных и прикладных научных исследований в предметной области работы кафедры; развитие системы эффективного воспроизводства кадрового потенциала кафедры, в частности: привлечение молодых перспективных научных кадров через разработку и внедрение механизмов эффективного контракта со студентами, аспирантами, докторантами, профессорско-преподавательским составом и другими работниками кафедры [2]. Однако сами механизмы реализации этих направлений не прописаны, также обычно отсутствуют какие-либо количественные оценки.

В данной работе рассматривается создание ситуационной вероятностной модели для стохастической оценки необходимых кафедре ресурсов не только на данный момент, но и с прогнозом на обозримый срок в 1 учебный год. Модель является динамической, то есть она делает прогнозы о будущем состоянии кафедры не на основании статического среза финансовых и прочих показателей кафедры (финансовая отчетность), а на основании стохастического моделирования развития ситуации в будущем. Подобные подходы по оценке финансовых возможностей используются в разных экономических сферах, таких как банковские, страховые, производственные компании.

Такая модель позволит значительно сократить сроки утверждения и введения в действие новых задач, что в свою очередь повысит эффективность работы кафедры.

Описание модели. Для прогнозирования необходимых кафедре ресурсов необходимо точно представить всю систему работы кафедры, ее взаимодействия с другими кафедрами, ее примерные задачи на ближайший год. При помощи математических и логических связей все входные параметры могут быть учтены в одной управляющей функции. Для упрощения составления этой функции все входные параметры стоит разбить на несколько блоков. Сначала произвести кластерный анализ, а потом связать между собой разбитые блоки в единое целое при помощи корреляционной матрицы, посчитанной на основании статистических данных.

Таким образом изначально все основные аспекты деятельности кафедры были детализированы до мельчайших составляющих. У каждой из составляющих есть свой условный вес в работе кафедры и риск (невыполнения

/ слишком высокой затратности). На основании этих параметров блоки задач были разбиты на три категории:

- постоянные (обучение студентов);
- периодичные (проведение олимпиад, помощь другим кафедрам в чужой для них сфере);
- разовые (обновление оборудования).

Причем возможны переходы задач из одной категории в другую при изменении соответствующих итоговых целей. В итоге получается распределение задач, изображенное на рисунке 1.

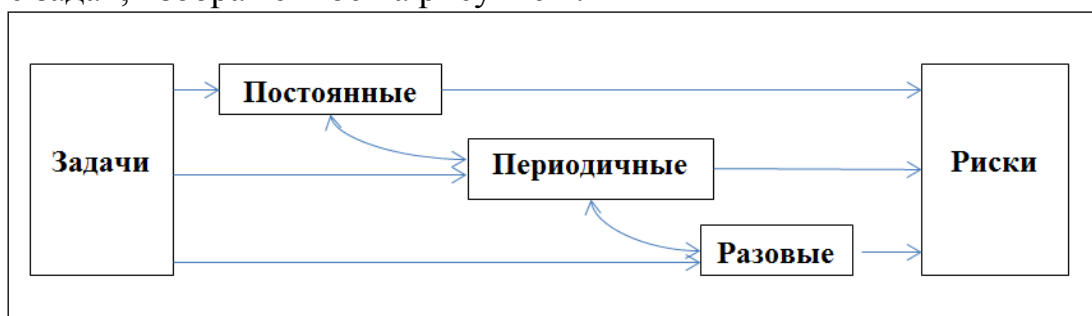


Рис. 1. Распределение задач по виду их решения

У каждого блока есть свои входные параметры: архивно-исторические данные или экспертные оценки.

Проще всего оценить ожидаемые затраты по постоянным задачам, т.к. в этом виде деятельности уже накоплена некая статистика деятельности как по самой кафедре, так и по другим кафедрам, с которыми она взаимодействует. Но затраты на периодичные задачи, а тем более на разовые задачи, оценить значительно труднее, т.к. по ним статистика может оказаться достаточно скудной или вообще отсутствовать. По отдельным разовым задачам ресурсная нагрузка может оказаться значительно выше, чем по постоянным задачам. Так, например, для получения студентами современной профессиональной подготовки по компьютерному моделированию потребовалась установка в лаборатории кафедры современного программного обеспечения, которое эффективно функционировало только на компьютерах с большим размером оперативной памяти, что потребовало соответствующих затрат и на аппаратную часть. В итоге решение задачи оказалось очень затратным.

Поэтому для прогнозирования ресурсной базы принято решение:

- затраты на постоянные задачи моделировать в совокупности (на основании имеющейся статистики за годы наблюдения функционирования кафедры);
- затраты на периодические задачи разбить на два составляющих, одно из которых отнести к разряду ежегодно выполняемых и моделировать затраты на них в совокупности, а другие считать менее вероятными и моделировать их индивидуально;
- все разовые задачи моделировать исключительно индивидуально.

Безусловно, каждый блок задач кафедры подвержен некоторым рискам, и отнюдь не является статичным от года к году.

При моделировании была предпринята попытка учесть все возможные риски, возникающие при функционировании учебного заведения. Так как далеко не все риски взаимосвязаны между собой, и наступление одних рисков значительно более вероятно, чем наступление других, поэтому были выделены основные типы риска, по которым дальше проводился анализ. Можно выделить следующие типы актуальных для учебной структуры рисков:

1) Постоянный риск. Этот риск включает в себя будущие затраты и доходы по действующим постоянным и периодичным задачам и появившимся в течении рассматриваемого учебного года.

2) Чрезвычайный риск. В этом риске заключены затраты на выполнение вероятных разовых задач.

3) Риск недооцененного резерва. Этот риск отражает уже произошедшие на отчетную дату затраты и учитывает неопределенность в будущих затратах по уже реализованным задачам (отклонение реального капитала кафедры от прогнозного).

4) Риск банкротства спонсоров. Этот риск учитывает возможный дефолт спонсора, что может повлечь за собой увеличение затрат самой кафедры на реализацию уже намеченных задач.

5) Операционный риск. В этом риске учитываются возможные убытки, связанные с операционной деятельностью кафедры. Сюда включаются «человеческий фактор», неполадки с ИТ-процессами, ошибочные управленческие решения, мошенничество, убытки от штрафов и другие.

6) Риск активов. Этот риск включает в себя переоценку активов, изменение стоимости имущества, дефолты заемщиков и другие.

Описываемая в работе модель является абстрактным представлением кафедры в виде набора блоков, связанных между собой математическими и логическими закономерностями. Модель воспроизводит денежные потоки кафедры, воздействие различных факторов на результаты функционирования кафедры и количественно оценивает будущие финансовые показатели. Представление построенной модели по блокам представлено на рис. 2.

Реализация модели. Для реализации стохастического моделирование использовался метод Монте-Карло. При таком подходе порождается большое количество индивидуальных «сценариев», причем «сценарий» – это воспроизведение показателей кафедры в будущем с учетом заложенной в модель «логики» и зависимостей. А затем на основании набора сценариев исследуются вероятностные характеристики результатов кафедры и, соответственно, вычисляется необходимый рисковый капитал.

Для технической реализации модели использовалась среда EMB Igloo Extreme 4.3.1, временно предоставленная для ознакомления. Эта программа хорошо подходит для проведения стохастического моделирования, о чем подробно изложено в книге разработчиков [4]. Но все аналогичные расчеты можно построить и в более общедоступной среде Excel.

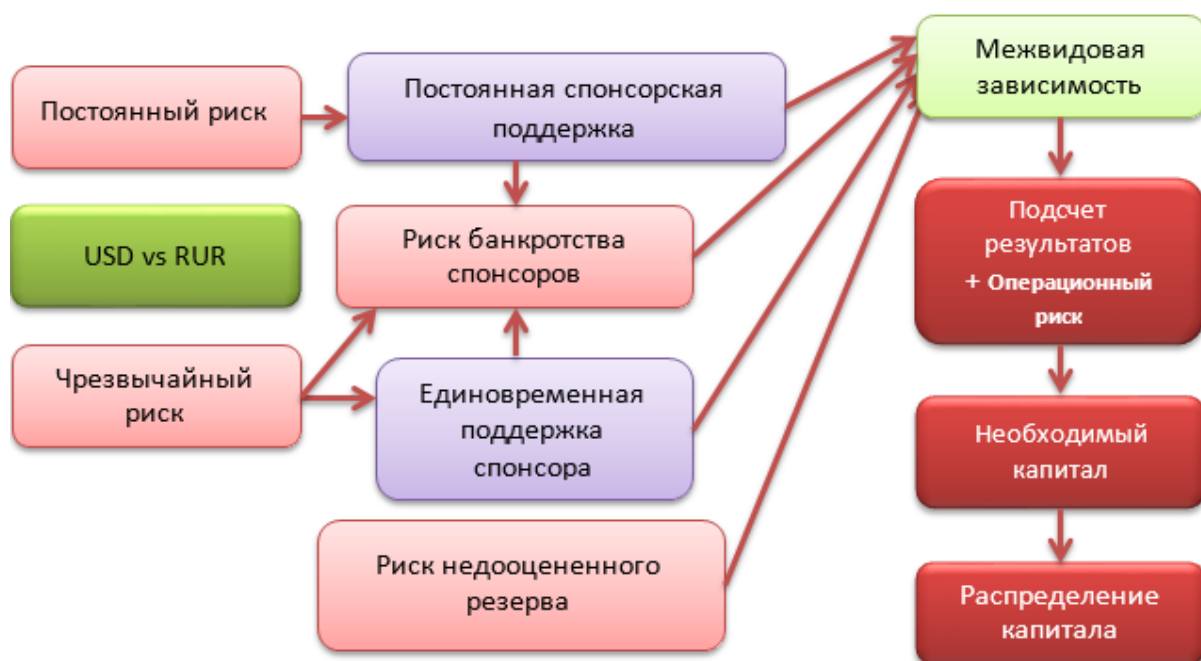


Рис. 2. Общая схема модели

Для сравнения были построены 2 модуля постоянного риска в обеих программах. Начальные данные были одинаковыми, а численность симуляций устанавливалась в размере 1 млн. Но т.к. Excel не является специализированной программой для таких расчетов, вычисления в ней велись значительно дольше, хоть разницы между полученными результатами почти не наблюдалось.

Если строить всю модель в Excel, тогда под каждый модуль необходимо будет завести свой отдельный файл, для уменьшения нагрузки на программу. И в отдельном файле собирать итоговые данные по обчисленным модулям. Такой подход упростит внесение изменений в начальные данные модели при их изменении, но несколько замедлит получение итогового результата (хотя речь идет лишь о сутках вычисления на одном персональном компьютере).

Вывод. Расчет по данной модели проводится в достаточно короткие сроки и в значительной степени доведен до автоматической реализации. Дополнительно стоит отметить сравнительно высокую точность оценки: анализ результата проведенного расчета показал достаточную близость результата к фактически полученным данным по закрытию финансовой отчетности года, хоть прогнозирование и проводилось на основании данных, соответствующих имеющимся на предыдущую отчетную дату.

В связи с этим нужно отметить желательность проведения такого анализа в дальнейшем для лучшего представления возможных вариантов развития кафедры. При возникновении любых изменений или появлении нововведений модель достаточно легко под них подстраивается.

В дальнейшем предполагается ввести в модель и более широкие горизонты рассмотрения, для возможности получения оценки по среднесрочным и долгосрочным задачам.

Список литературы

1. Томашевский С.В. Инновационный подход прогнозирования развития организации учебного кафедрального процесса // II Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции развития науки и технологий», Агентство перспективных научных исследований проводит, Белгород, 2015, Часть II, С. 147-152.
2. Положение о базовой кафедре математического обеспечения информационных систем при ФГУП «ЦНИИ «ЦЕНТР» СМКО МИРЭА 6.4/03.П.ИТ.МОИС-12 от 22.10.2012 [Электронный ресурс]: https://fit.mirea.ru/attach/catalog/v_12196_4.pdf (дата обращения: 13.03.2015).
3. Федеральный закон РФ "Об образовании в Российской Федерации", от 29.12.2012г. № 273-ФЗ
4. International Actuarial Association. Stochastic Modeling. Theory and Reality from an Actuarial Perspective. Ottawa, ISBN 978-0-9813968-1-1, 1st printing, 2010.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ И ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ

Третьяков Е.А.

доцент кафедры ЭПС Омского государственного университета
путей сообщения, канд. техн. наук, доцент,
Россия, г. Омск

Предложены и реализованы на модели методы интеллектуального управления режимами в системе электроснабжения нетяговых потребителей железных дорог, обеспечивающие повышение надежности, качества электрической энергии и снижения потерь.

Ключевые слова: система электроснабжения, нетяговые потребители, регулирование параметров режима, координация управляющих воздействий, интеллектуальные регулятор.

За последние годы произошло старение основных фондов электрических сетей и электроустановок с одновременным ростом электрических нагрузок.

Внедрение современного оборудования и материалов, совершенствование эксплуатации электрических сетей и подстанций, развитие оперативно-технологического управления сетями будут основными направлениями развития системы электроснабжения, требующими соответствующих технико-экономических оценок.

В настоящее время основой управления параметрами режима системы электроснабжения железных дорог является оперативно-диспетчерское управление переключениями, выполняемое персоналом.

Поэтому для разрешения представленных недостатков существующих подходов и развития перспективных требуется разработка методов оперативного управления системой электроснабжения железных дорог на основе современных технологий представления и обработки знаний (баз знаний) и он-

тологий, а также мультиагентного подхода [1, 2].

Предлагаемый подход к регулированию параметров режима включает в себя архитектуру с распределенными центрами принятия решений (управляющие контроллеры-агенты-координаторы) на основе измерений и высокоскоростного анализа с помощью вычислительных средств на базе мультиагентных систем, необходимые датчики электрических (напряжения, токи, мощности, коэффициент мощности, показатели качества электроэнергии и т.п.) и неэлектрических величин (положение коммутационных аппаратов, отпаяк РПН, ПБВ, вольтодобавочных трансформаторов, ступеней компенсирующих устройств и т.п.); локальные контроллеры исполнительных устройств. Управляющие контроллеры (рис. 1) выступают в качестве агентов-координаторов, реализованы по функциональному признаку, например, контроллеры управления напряжением, управления секционированием и потоками мощности, управления качеством электроэнергии и др.

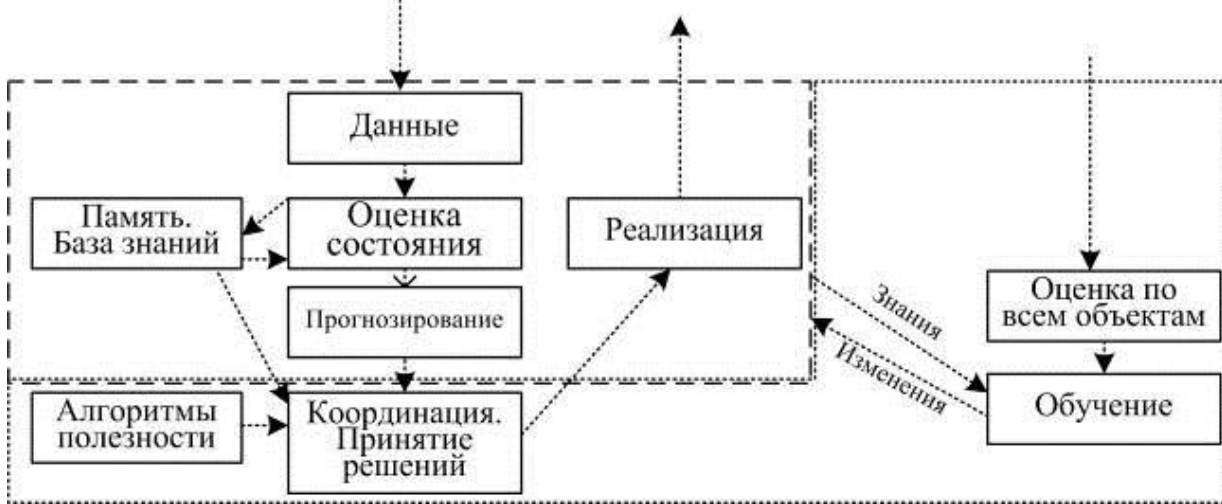


Рис. 1. Структура управляющего контроллера

Математическое обобщенное описание состояния системы управления электроснабжением железных дорог можно представить в виде:

$$f(X_{nAC}, R_{nF}) = 0, \quad (1)$$

где X_{nAC} – вектор переменных состояний параметров режима (узловые напряжения и фазы, токи, мощности и т.п.); R_{nF} – вектор состояний контроллеров исполнительных устройств объектов управления.

Для оценки координированного управления параметров режима рассмотрим участок электрической сети из 8 узлов и 7 ветвей.

Параметры состояния сети соответствуют уравнениям установившегося режима следующего вида [3]:

$$\begin{cases} P_{Gi} - P_{Li} - \sum_{j=1}^{N_B} U_i U_j |G_{ij} \cos(\theta_j - \theta_i) - B_{ij} \sin(\theta_j - \theta_i)| = 0, i = 1, 2, \dots, N_B - 1; \\ Q_{Gi} - Q_{Li} - \sum_{j=1}^{N_B} U_i U_j |G_{ij} \sin(\theta_j - \theta_i) - B_{ij} \cos(\theta_j - \theta_i)| = 0, i = 1, 2, \dots, N_{PQ}, \end{cases} \quad (2)$$

где $P_{Gi}, Q_{Gi}, P_{Li}, Q_{Li}, U_i, G_{ij}, B_{ij}, \theta_i, \theta_j$ – соответственно активная и реактивная мощность генерации i -го узла и нагрузки, напряжение i -го узла, активная и реактивная проводимость линии между i -м и j -м узлами, фазовый угол.

Алгоритмы мультиагентного управления напряжением при изменении нагрузки, ее местоположения, накоплении и генерации в сеть исследованы на тестовой сети с помощью встроенных функций Matlab Simulink в виде отдельных подзадач на основе схемы замещения (таблица).

Таблица

Результаты моделирования

Узел (точка)	СКО напряжения, В (относительно 25 кВ)		Ветвь	Мощность в ветвях, кВ·А (среднее значение)		Потери электроэнергии, кВт·ч	
	без управления	с управлением		без управления	с управлением	без управления	с управлением
1	458,04	408,36	1-3	2710,2	2383,2	1897,2	1429,8
2	455,19	379,29	3-4	2231,4	1961,1	892,5	627,6
3	488,46	403,71	4-5	1541,1	1348,8	616,5	431,7
4	630,48	473,52	5-8	724,5	651,3	289,8	208,5
5	905,7	552,87	2-6	2644,8	2344,5	1057,8	750,3
6	763,92	519,99	6-7	1873,5	1654,8	749,4	529,5
7	952,35	564,51	7-8	1134,9	1017,6	794,4	610,5
8	1158,4	575,1					
Итого						6297,6	4587,9

Все потребители задавались расчетными суточными графиками нагрузок. К другим допущениям также можно отнести упрощенные онтологии отношений 1-го порядка, отсутствие статистического описания нагрузок, т.к. предполагается управление в реальном времени. Также для упрощения расчет выполнялся дискретно в 24 временных точках. Для каждой точки рассчитывались управляющие воздействия в виде уставок средств регулирования.

Выводы. Результаты моделирования подтвердили эффективность координированного управления локальными объектами.

Таким образом, использование принципов координированного управления объектами системы электроснабжения железных дорог позволит осуществить реализацию принципиально новых возможностей: секционирование сети по зонам качества электроэнергии; управление спросом (с накопителями и распределенной генерацией); автоматическая реконфигурация топологии сети (самовосстановление); распараллеленные оптимизационные вычисления.

Между тем для реализация представленных результатов в виде аппаратно-программного комплекса необходимо продолжить моделирование на основе современных агентских платформах и специальных программных продуктах моделирования мультиагентных интеллектуальных систем, что является целью дальнейших исследований автора.

Выдача управляющих воздействий на исполнительные устройства объектов электроснабжения осуществляется как в автоматическом режиме, так и

в результате действий энергодиспетчера, который осуществляет свои функции в центре управления системой электроснабжения.

Список литературы

1. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход [Текст] / С. Рассел, П. Норвиг; пер. с англ. – М.: Издательский дом Вильямс, 2006. – 1408 с.
2. Третьяков, Е. А. Управление качеством электрической энергии в распределительных сетях железных дорог [Текст]: монография / Е. А. Третьяков. – Омск: ОмГУПС, 2013. – 196 с.
3. Электрические системы: В 7 т. Т. 2. Электрические сети : Учебник для энергетических специальностей вузов / Под ред. В. А. Веникова. – М.: Высшая школа, 1971. – 440 с.

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ БЛИЖНЕЙ ЛОКАЦИИ

Эдвабник В.Г.

заместитель генерального директора по развитию
ОАО «Научно-исследовательский институт электронных приборов»,
кандидат технических наук, член-корреспондент РАН,
Россия, г. Новосибирск

Работа посвящена обзору проблем, ставших перед создателями систем ближней локации, использующихся, в основном в ракетной технике. Указан круг вопросов, стоявших перед разработчиками данных систем, в том числе на этапе автономных испытаний. Приведены ссылки на источники, освещающие важные проблемы и пути их решения при конструировании данных блоков и систем ближней локации в целом, а также при испытаниях.

Ключевые слова: ближняя локация, радиолокация.

Развитие ракетной техники во второй половине XX века обусловило важность наличия на борту систем ближней локации (СБЛ), используемых для решения важных локационных и навигационных задач в технике военного и гражданского назначения. Первой серьезной работой по основам ближней локации и принципам построения СБЛ следует считать, по видимому, работу [5].

За более, чем полувековой период развития отечественной техники СБЛ разработчиками таких систем было предложено большое количество оригинальных идей как схмотехнического плана, так и конструктивных решений, касающихся систем в целом и их функциональных блоков. Так, для частотно-модулированных приемопередатчиков радиодиапазона предложено оригинальное устройство фиксации измеряемой СБЛ дальности до обнаруживаемого объекта [3]. Для СБЛ, используемых для обнаружения наземных объектов и работающих в оптической и тепловой части спектра электромагнитных излучений, известны схемные решения двухканальных устройств с параллельной обработкой сигналов оптического и теплового каналов [4, 16]. При создании оптических лазерных СБЛ важнейшими задачами являются обеспечение стабилизации дальности действия в помехах аэрозольного характера, чему посвящена работа [12], а также конструктивные решения для предотвращения запотевания окон прозрачности на объекте применения СБЛ, примером чего является устройство, описанное в [15].

На сверхскоростных ракетах используются сложные антенные системы, из которых, пожалуй, наиболее совершенными являются бортовые антенны с электромеханическим сканированием [1, 2]. Технические решения, направленные на повышение характеристик приемных устройств СВЧ диапазона для СБЛ, описаны в [10, 11].

Значимой проблемой при создании СБЛ является минимизация (а в идеале – исключение), внутренних помех (наводок), для чего схемотехники должны владеть соответствующим расчетным аппаратом. С практической точки зрения представляется ценным метод расчета характеристик экранирования, описанный в [7].

Одной из важнейших тенденций развития радиолокационных систем вообще и СБЛ, в частности, является использование широкополосных и сверхширокополосных сигналов, что позволяет кардинально улучшить разрешающую способность и помехоустойчивость СБЛ. Этим вопросам посвящена монография [3].

Конструкторским расчетам СБЛ на стадии аванпроекта (при анализе требований технического задания и предварительной оценке) посвящены работы [6, 9].

Важнейшим этапом создания СБЛ – так и новой техники вообще – является испытание на стойкость к динамическим воздействиям. Способам повышения достоверности и надежности испытаний посвящены работы [8, 14].

Таким образом, разработчикам СБЛ приходится овладевать глубокими познаниями из разнообразных областей прикладной науки – от теории электромагнитных полей, до механики твердого тела, динамики и виброизмерений.

Список литературы

1. Антенна с электромеханическим сканированием. Васильев В.Д., Глазачев И.А., Эдвабник В.Г., Клейн Н.В., Мешков Е.Ю., Ромодин В.Б., Цай В.Б. патент на изобретение RU 2420839 28.05.2010
2. Антенна с электромеханическим сканированием. Васильев В.Д., Эдвабник В.Г., Клейн Н.В. патент на полезную модель RU 103985 11.11.2010
3. Борзов А.Б., Васильев В.А., Лиходеенко К.П., Сучков В.Б., Чесноков С.Ю., Эдвабник В.Г. Сверхширокополосные сигналы в системах ближней локации. Учебник /под ред. А.Б. Борзова/ -Новосибирск: ЗАО «Новополиграфцентр», 2010. -84с.
4. Двухканальное устройство обнаружения наземных объектов. Волков А.Я., Эдвабник В.Г., Говоруха Б.А., Гришаев Г.С., Калюжный Г.В., Мешков Е.Ю. патент на полезную модель RU 95817 09.02.2010
5. Коган И.М. Ближняя радиолокация. – М.: Сов.радио, 1973. – 272с.
6. К оценке квазистатичности динамических нагрузок при конструкторских расчетах бортовой аппаратуры. Сюткин К.Ю., Эдвабник В.Г. В сборнике: Наука. Промышленность. Оборона Труды VII Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией: Левина В. Е., Мишнева В. И.. 2006. С. 441-444.
7. Метод расчета характеристик экранирования объектов при воздействии полигармонических электромагнитных полей Голышев Н.В., Голышев Д.Н., Моторин С.В., Эдвабник В.Г. В сборнике: Актуальные проблемы электронного приборостроения труды XII международной конференции: АПЭП-2014. 2014. С. 201-204.
8. Методика выбора условий точки управления для повышения достоверности и качества вибрационных испытаний. Эдвабник В.Г. Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 5. № 1. С. 187-191.

9. Об эквивалентности испытаний бортовой электронной аппаратуры на воздействие гармонической и широкополосной случайной вибрации Эдвабник В.Г. Интерэкспо Гео-Сибирь. 2014. Т. 5. № 2. С. 252-255.

10. Приемное устройство. Выгонский В.Н., Эдвабник В.Г., Мешков Е.Ю., Боднар П.В., Косков В.Ю. патент на полезную модель RUS 88487 22.06.2009

11. Приемное устройство Выгонский В.Н., Эдвабник В.Г., Мешков Е.Ю., Боднар П.В., Косков В.Ю. патент на полезную модель RUS 74532 18.02.2008

12. Разработка предконтактных оптических датчиков со стабилизацией дальности действия в аэрозольных помехах. Печенкин Ю.А., Колесников В.А., Эдвабник В.Г. В сборнике: Наука. Промышленность. Оборона Труды XIV Всероссийской научно-технической конференции. 2013. С. 497-501.

13. Радиолокационное устройство фиксации дальности с частотной модуляцией. Печенкин А.О., Эдвабник В.Г., Калюжный Г.В., Мешков Е.Ю., Гришаев Г.С., Тагильцев В.А., Цай В.Б. патент на изобретение RUS 2379701 07.07.2008

14. Способы повышения достоверности и надежности виброиспытаний. Эдвабник В.Г. Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 5. № 1. С. 182-186.

15. Устройство для предотвращения запотевания стеклянного окна оптического взрывателя. Фильковский М.И., Эдвабник В.Г., Цай В.Б. патент на полезную модель RUS 88494 09.06.2009

16. Устройство обнаружения наземных объектов. Волков А.Я., Эдвабник В.Г., Говоруха Б.А., Гришаев Г.С., Калюжный Г.В., Мешков Е.Ю. патент на полезную модель RUS 95393 04.02.2010

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Сборник научных трудов по материалам
III Международной научно-практической конференции

г. Белгород, 30 июня 2015 г.

В шести частях
Часть I

Подписано в печать 10.07.2015. Гарнитура Times New Roman.

Формат 60×84/16. Усл. п. л. 8,37. Тираж 100 экз. Заказ 94

ООО «ЭПИЦЕНТР»

308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1

ИП Ткачева Е.П., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а