

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ СБОРНИК

ПО МАТЕРИАЛАМ XXII МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
Г. БЕЛГОРОД, 31 ЯНВАРЯ 2017 Г.

2017  
№ 1-1



АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**2017 • № 1, часть 1**

**Периодический научный сборник**

*по материалам  
XXII Международной научно-практической конференции  
г. Белгород, 31 января 2017 г.*

ISSN 2413-0869

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2017 • № 1-1

**Периодический научный сборник**

**Выходит 12 раз в год**

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-65905 от 06 июня 2016 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

**Учредитель и издатель:**

ИП Ткачева Екатерина Петровна

**Главный редактор:** Ткачева Е.П.

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

**Телефон:** +7 (919) 222 96 60

**Официальный сайт:** issledo.ru

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

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

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

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

*По материалам XXII Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 31 января 2017 г.).*

### **Редакционная коллегия**

*Духно Н.А.*, д.ю.н., проф. (Москва); *Васильев Ф.П.*, д.ю.н., доц., чл. Российской академии юридических наук (Москва); *Датий А.В.*, д.м.н. (Москва); *Кондрашихин А.Б.*, д.э.н., к.т.н., проф. (Севастополь); *Котович Т.В.*, доктор искусствоведения, проф. (Витебск); *Креймер В.Д.*, д.м.н., академик РАН (Москва); *Тихомирова Е.И.*, д-р пед. наук, проф., академик МААН, академик РАН, Почётный работник ВПО РФ (Самара); *Алиев З.Г.*, к.с.-х.н., с.н.с., доц. (Баку); *Стариков Н.В.*, к.с.н. (Белгород); *Ткачев А.А.*, к.с.н. (Белгород); *Шановал Ж.А.*, к.с.н. (Белгород)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>6</b>
<i>Temirshikov K.M., Botabaev N.E., Bekkulieva A.S., Sabyrkhanova S.Sh.</i> COMPUTER-AIDED GARMENT DESIGN USING 3D MODELS .....	6
<i>Александрова У.В., Васильев А.О., Андреев Р.В., Григорьев А.О.</i> АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ СЕПАРАЦИИ ВОРОХА ОВОЩЕЙ ОТ ПРИМЕСЕЙ .....	9
<i>Арынбаева М.Ж., Кузнецова Л.И., Парахина О.И., Усова Л.В.</i> ВЛИЯНИЕ САМООСАХАРЕННОЙ ЗАВАРКИ НА КАЧЕСТВО РЖАНО- ПШЕНИЧНОГО ЗАВАРНОГО ХЛЕБА .....	12
<i>Белов А.И., Суфиянов Р.Ш.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ .....	16
<i>Богданов Г.В., Суфиянов Р.Ш.</i> ОЦЕНКА МЕТОДА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ.....	20
<i>Борисов М.В., Иванов А.П.</i> АКТУАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ .....	23
<i>Вальс В.И., Галкин С.Ю., Карпова Н.М.</i> ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЗМОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ДВИЖЕНИИ .....	26
<i>Васильев А.О., Андреев Р.В., Григорьев А.О., Александрова У.В.</i> АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ АГРЕГАТА.....	29
<i>Вдовин А.В., Асташин Н.А.</i> ЖИДКОСТНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПРОЦЕССОРА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА.....	31
<i>Гайсин И.А., Исрафилов И.Х., Галиакбаров А.Т.</i> ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ .....	36
<i>Галкин С.Ю., Карпова Н.М., Вальс В.И.</i> 1-WIRE-СЕТИ .....	38
<i>Гвоздева М.А., Суфиянов Р.Ш.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ.....	41
<i>Горская Т.В., Тетерина А.А., Давидюк Д.Д.</i> АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ, РЕШАЕМЫХ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАДИОСИСТЕМ СВЯЗИ .....	45
<i>Графова Н.С., Старичихин М.Г., Храпов С.Д., Латипов О.О.</i> SAP HANA ENTERPRISE CLOUD – ПОНЯТИЕ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ .....	48
<i>Грищенко А.В., Славич А.В., Ручко К.А., Еремина Л.В.</i> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ .....	51
<i>Гусенко В.А., Киреев С.О., Корчагина М.В., Кадеров Х.К.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ СОПРЯГАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ ПЛУНЖЕРА СО ШТОКОМ НАСОСА ДЛЯ СЕРВИСА НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН.....	54
<i>Давидюк Д.Д., Горская Т.В., Тетерина А.А.</i> КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ .....	60
<i>Демин Е.С., Карпунин Э.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА ДЛЯ РАСЧЕТА МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СИГНАЛООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ПРИБОРОВ УРОВНЯ И ПЛОТНОСТИ ТОПЛИВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ .....	64

<b>Еремеева Н.Б., Макарова Н.В.</b> НАДКРИТИЧЕСКАЯ ЭКСТРАКЦИЯ КАК СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ ИЗ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ .....	70
<b>Карнов А.В., Суфиянов Р.Ш.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ РЕГЕНЕРАЦИИ ЗЕРНИСТОЙ ЗАСЫПКИ БЕЗНАПОРНЫХ ФИЛЬТРОВ .....	73
<b>Карпова Н.М., Вальс В.И., Галкин С.Ю.</b> ЛИНИЯ СВЯЗИ И ТОПОЛОГИЯ 1-WIRE-СЕТЕЙ.....	77
<b>Коцюба К.Ю., Рыжов А.А.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДАЖ ПРОДУКЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ.....	80
<b>Кочнева Т.Н., Кочнев Н.В.</b> ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МОДАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	83
<b>Кудинова О.В.</b> СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРАСИТЕЛЕЙ В МАРМЕЛАДЕ КАК МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ФАЛЬСИФИКАЦИИ.....	86
<b>Лебедев Н.М., Суфиянов Р.Ш.</b> РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЗИРУЮЩИХ НАСОСОВ .....	89
<b>Макеев А.Н., Широков М.С.</b> ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ С ПОДВИЖНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ТЕПЛООБМЕНА .....	93
<b>Нгуен Туан Ань, Нгуен Минь Тиен, До Хоанг Тхань</b> РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЕВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ 100-250 м ВЬЕТНАМА.....	97
<b>Нгуен Минь Тиен, Нгуен Туан Ань, До Хоанг Тхань</b> АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ В ПОМЕЩЕНИЯХ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ 100-250 м ВЬЕТНАМА.....	100
<b>Полозова А.В., Сергеева Ю.А., Мильникова Т.В.</b> ПОИСК НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ .....	102
<b>Приступов В.С., Кирова Ю.С.</b> ПОСТРОЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПРИ ПОМОЩИ БИБЛИОТЕКИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ <i>OPENCV</i> .....	105
<b>Рожков Ф.А., Кузнецова Л.И., Парахина О.И., Усова Л.В.</b> ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАВАРНОГО ХЛЕБА НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	108
<b>Рудиков Д.А., Холодова С.Н.</b> ШУМООБРАЗОВАНИЕ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ОПЕРАТОРОВ СТАНКОВ ДЛЯ ЗАДЕЛКИ ТРОСОВ.....	112
<b>Ручко К.А., Славич А.В., Грищенко А.В., Зырянов В.В.</b> РОЛЬ АУДИТА В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	115
<b>Рыжов А.А., Коцюба К.Ю.</b> АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	118
<b>Самигуллин А.Д.</b> ОЧИСТКА ТРУБ НЕФТЯНОГО СОРТАМЕНТА ОТ АСПО С ПОМОЩЬЮ ПЛАЗМЫ.....	122
<b>Славич А.В., Еремина Л.В., Грищенко А.В.</b> ОСОБЕННОСТИ «ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЯСА ШЁЛКОВОГО ПУТИ» В РОССИИ .....	124
<b>Соколов В.Н., Офицеров В.П., Бочаров М.В., Рябогина И.А.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗГОННОГО БЛОКА .....	128
<b>Суханова М.В., Малиновский С.В.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕСИТЕЛЕЙ С ЭЛАСТИЧНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ В ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН .....	132

<b>Тетерина А.А., Давидюк Д.Д., Горская Т.В.</b> ПОКАЗАТЕЛИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ.....	134
<b>Троицкий О.А., Скворцов О.Б., Стащенко В.И., Правоторова Е.А.</b> ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОВОДНИКАХ ПРИ ПРОПУСКАНИИ ИМПУЛЬСНЫХ ТОКОВ.....	137
<b>Фадеев А.Г.</b> АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА В МНОГОКВАРТИРНОМ ДОМЕ .....	139
<b>Шинкин В.Н.</b> ПЕРВОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ РАСЧЕТА $(2N + 1)$ -РОЛИКОВОЙ ЛИСТОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ .....	142
<b>Шинкин В.Н.</b> ВТОРОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ РАСЧЕТА $(2N + 1)$ -РОЛИКОВОЙ ЛИСТОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ .....	145
<b>Шинкин В.Н.</b> РАСЧЕТ РЕАКЦИЙ ТРЕХ ВАЛКОВ ВАЛЬЦОВ ЛИСТОГИБОЧНЫХ .....	151

## СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

## COMPUTER-AIDED GARMENT DESIGN USING 3D MODELS

***Temirshikov K.M.***

Master, Senior Lecturer of the Department «Technology and design of light industry products», M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan, c. Shymkent

***Botabaev N.E.***

Dean of the Graduate School «Textile and Food Engineering», Doctor of Philosophy (PhD), Department of "Technology and design of textile materials", M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan, c. Shymkent

***Bekkulieva A.S.***

Master, Senior Lecturer of the Department «Technology and design of light industry products», M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan, c. Shymkent

***Sabyrkhanova S.Sh.***

Master, Lecturer of the Department «Technology and design of light industry products», M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan, c. Shymkent

This article describes a system developed by a research team at M. Auezov South Kazakhstan State University for creating designs relative to an underlying three-dimensional (3D) form. In the context of garment design, the underlying form is a model of the human body or mannequin. However, the approach can be applied in other applications where the underlying form may be, for example, a packaging product or the frame of a car seat. The system has been commercially developed for shoe design but in the discussion below, the focus is on garment design. Certain restrictions apply. A torso model is used and the garment designs are relatively close fitting. Designs are created by using computer-assisted drawing directly on the 3D body model.

*Keywords:* 2D and 3D garment design, clothes, gradation method, program providing, interface.

The development of fashion and esthetics in the history of human civilization has surpassed the level of mere functional attributes in garment design. The garment industry has influenced our lives and cultures, through shape and color, with multiple notions of style and expressions of health, beauty and candor. Today, fashion is a metaphor of elegance and beauty surrounding our senses – a mechanism for expressing ourselves in the social context of our daily activities.

Successful fashion hinges on creative ideas and much imagination. Designers first conceptualize a theme for a new garment. Shape, material, color, move-

ment and flow give a piece of clothing its unique character as a personal extension of our presence. Designers generally use sketches and drawings to express their initial visualization of a new garment. Sketches of various views of the garment provide the clues needed for the next person involved in the garment design process: the pattern technologist, or the tailor. Tailors create two-dimensional patterns from the designer's drawings. These patterns, once cut out and sewn together according to the tailor's specifications, provide the final step towards the realization of the designer's intended garment.

With the quick development of digital technology, the design, modeling and animation of digital objects have recently been identified as one of the grand challenges in the field of computer-aided design technology. Many applications, from the entertainment industry to simulators, require the design of complex 3D worlds including many elements of different nature, from plausible landscape and buildings to plants, animals and complex characters, including specific details such as clothes, pose, expression and hair [1, p. 48].

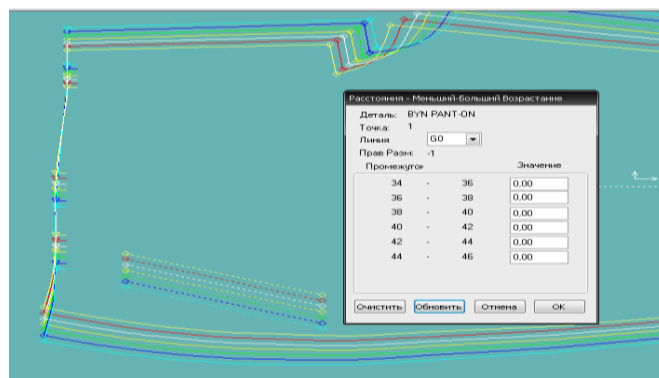
Apparel design with intelligent computer supports is one of the most popular and appealing domains that attract attention from professional stylists, manufacturers and researchers. As one of the main criticisms of computer animated synthetic actors is their lack of 'personality', it soon becomes obvious why tailoring synthetic garments fashionably is of great importance.

Before laying out the basic components of intelligent garment design technology, we start with some preliminary principles of human computer interaction. Our aim is not to emphasize technology, but rather to provide principles for its effective use in a design environment. Many of these principles have not been applicable until now due to the lack of interactive devices that adapt to the user rather than requiring a steep learning curve and substantial technical support in order to evolve with design cycles.

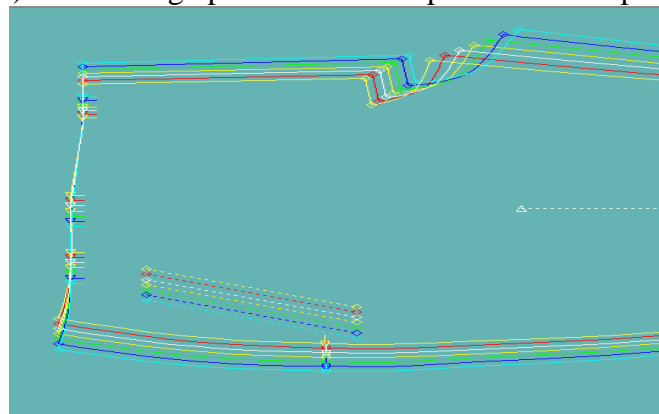
Circumstances will arise where it is required to use a given point in the definition of more than one curve (e.g. a corner point on a boundary). Similarly, adjoining panels will often use a limited number of common edges. This requires a modification to the 3D curve design technique whereby predefined points can be picked and used in a 3D curve definition instead of always obliging the user to create new points. Hence, curves can be joined together by incorporating a pre-existing point in the definition of a new curve. Thus during the interactive definition of a curve, it is possible for a user to pick an existing point in addition to entering new points [2, p.128].

In defining panels, a contiguous and closed series of edges has to be specified. To avoid the tedious picking of the edges forming the panel boundary, high-level functionality can be implemented to simplify the process of picking panels. This is because many edges are unambiguously connected to neighbouring edges.





(a) Initial design point and curve specification of panel



(b) Intensification of panel boundary nodes

Fig. Initial design specification of panel boundary using points, curves and edges

The calculation results are checked on the display screen or in print, and only after the cause control program for tracing. In the absence of graphical tools applied to the coordinates of points on the graph paper and lead round contours. The results of this work are input to circuit design software [3, p.274].

The data structures representing points and edges can be processed to detect closed boundaries that are used to define panel structures. In the present design system implementation, an efficient panel definition is incorporated whereby the operator requires a minimum number of picking operations. Although the picking operation has been performed using the 3D Cartesian representation of the underlying body and edges, a dual representation is available in parametric space. Because of the constant offset nature of the edges in Fig., it is possible to exploit the  $(i, j)$  parametric plane form of the edges. In the present system, if  $m$  piecewise-linear steps are used to represent an edge between two consecutive design points, then  $(m - 1)$  internal points are automatically generated between successive design points. Assume that a panel boundary is comprised  $p$  edges. Then a total of  $p \times (m - 1)$  additional points are available for the complete boundary definition. When considering what might be an optimal configuration for a panel boundary representation, different sampling patterns are used to pass different combinations of the  $(m - 1)$  internal points referred to above depending on the arc length of each edge. For relatively large edges, all  $(m - 1)$  points are used. However, for small edges, only the centre point is used.

**References**

1. Designing of clothes with the SAPR elements: Manual for higher education institutions / E.B. Kolbyakova, A.I. Martynov, G. S. Ivlev. M.: Moscow, 2002. – 320 pages.
2. Choi K J and Ko H S. Research problems in clothing simulation, Computer Aided Design 37 (2005) 585-592.
3. Temirshikov K.M., Kaldybayev R. T., Makhmudova M. A. Designs of clothes with use SAPR // SCIENTIFIC JOURNAL HERALD L.N.Gumilyov Eurasian national University. 2015. № 2(105). 273-276 p.

**АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ СЕПАРАЦИИ ВОРОХА ОВОЩЕЙ  
ОТ ПРИМЕСЕЙ**

***Александрова У.В.***

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

***Васильев А.О.***

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

***Андреев Р.В.***

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

***Григорьев А.О.***

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

Рассмотрена классификация принципов сепарации вороха овощей от примесей. Выявлены перспективные принципы данной классификации.

*Ключевые слова:* отделение вороха от примесей, сепарация.

В России и в ряде европейских стран овощеводство является крупной и важной отраслью сельскохозяйственного производства [1-12].

Основным компонентом сопутствующих отходов вороха капусты являются прилегающие и розеточные листья, потерявшие связь с кочанами после отделения от кочерыг. Наличие свободных листьев в ворохе капусты приводит к ухудшению лежкости и снижению уровня товарности продукции.

Цель данного исследования – выявить на основе анализа существующих принципов сепарации овощей от примесей наиболее приемлемый принцип сепарации вороха капусты.

В овощеуборочных машинах применяются разнообразные рабочие органы для удаления сопутствующих отходов, которые можно классифицировать по принципам сепарации (рисунок).

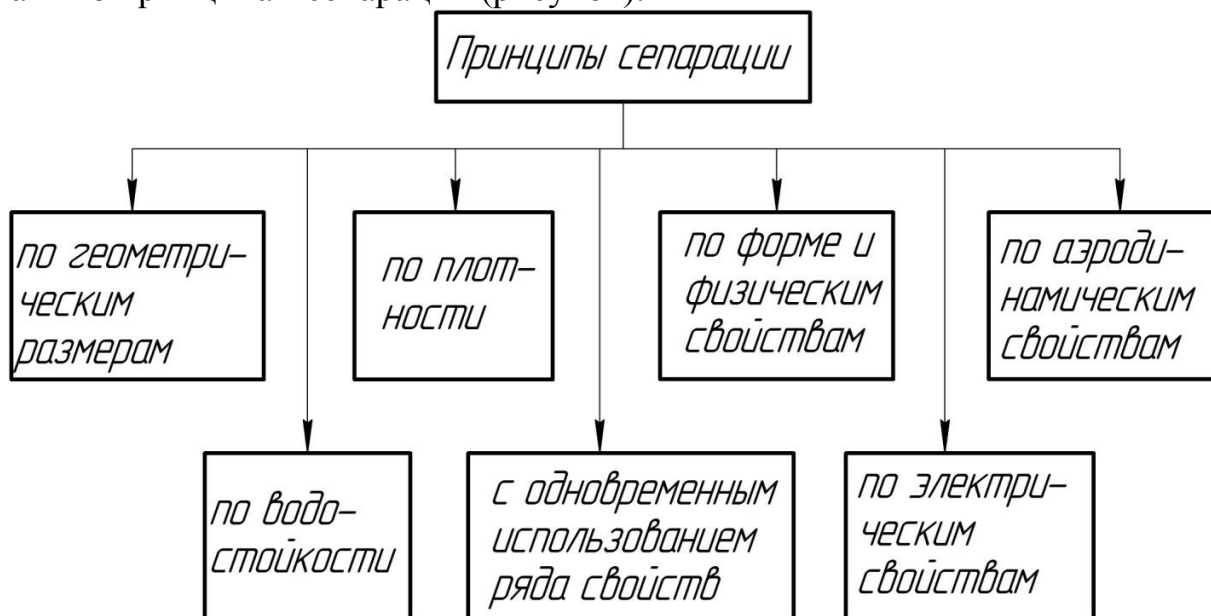


Рис. Классификация принципов сепарации вороха овощей от сопутствующих примесей

Принцип сепарации по геометрическим размерам применяется в просеивающих рабочих органах, к которым относятся барабаны, грохоты и транспортеры, получившие наибольшее распространение в машинах для уборки корнеклубнеплодов. Наряду с положительными качествами данные рабочие органы имеют существенные недостатки: наличие большого количества поверхностей трения, следствием чего является быстрый износ трущихся в абразивной среде деталей и излишние затраты энергии на привод элеватора; значительная металлоемкость и ряд других.

Сепарация вороха по принципу водостойкости в овощеуборочных машинах не нашел широкого применения по причине большого расхода воды и сложности процесса.

Одним из эффективных способов сепарации по принципу плотности является сепарация в почвенной суспензии. Однако этот способ связан с большим расходом воды и необходимостью дополнительной просушки сепарируемой массы.

Кроме перечисленных принципов большое распространение получил комбинированный принцип сепарации, который одновременно использует несколько отличающихся свойств компонентов вороха. Он получил большое распространение в овощеуборочных машинах, по причине своей эффективности.

Одними из перспективных рабочих органов для сепарации вороха по принципу формы и физических свойств являются горки и фрикционные баллоны. Сепарация вороха на них происходит наиболее полно в тех случаях, когда между отделяемыми компонентами не существует связи.

Сепарация с использованием принципа электрических свойств основана на возможности использования для разделения составляющих вороха раз-

личий диэлектрических постоянных. Применение этого способа может быть эффективным лишь при отделении от основного продукта сухих почвенных комков и иных примесей, так как с увеличением влажности различие диэлектрических постоянных клубней и комков уменьшается.

В основу сепарации по принципу аэродинамических свойств легло различие парусности разделяемых компонентов. Основными рабочими органами, функционирующими по данному принципу, являются вентиляторы. Поток воздуха, идущий от вентилятора, воздействует на ворох, вводимый в поток, и распределяет его на фракции, отличающиеся друг от друга по коэффициенту парусности. Так, частицы более легкие, с большим коэффициентом парусности будут потоком уноситься дальше от вентилятора, а более тяжелые – с меньшим коэффициентом парусности, будут падать ближе к вентилятору. Этот принцип является довольно распространенным при отделении овощей от легких примесей.

При разработке капустоуборочных машин из рассмотренных выше принципов сепарации наибольший практический интерес представляет принцип сепарации по аэродинамическим свойствам, так как по парусности свободные листья отличаются от кочанов в разы. Этот принцип является наиболее щадящим, что важно с точки зрения снижения степени повреждаемости продукции.

#### Список литературы

1. Александрова У.В. Разработка и обоснование параметров устройства для удаления капустных листьев в комбайне: дис. канд. техн. наук: 05.20.01: защищена 25.04.13: утв. 05.11.13 / Александрова Ульяна Владимировна. – Чебоксары, 2013. – 148 с.
2. Александрова У.В. Разработка и обоснование параметров устройства для удаления капустных листьев в комбайне: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2013.
3. Андреев Р.В., Алатырев С.С., Васильев А.О. Оптимизация параметров привода режущего аппарата капустоуборочного комбайна //Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1-1. С. 10-14.
4. Васильев А.О., Андреев Р.В., Алатырев С.С. Оптимизация движителей капустоуборочной машины //Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1-1. С. 29-32.
5. Васильев А.О. Улучшение качественных показателей работы капустоуборочной машины путем совершенствования ее опорно-прицепной системы: дис. ... кандидата технических наук: 05.20.01 / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2013.
6. Васильев А.О. Улучшение качественных показателей работы капустоуборочной машины путем совершенствования ее опорно-прицепной системы. Автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.20.01 / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2013.
7. Васильев А.О., Алатырев С.С. Совершенствование опорно-ходовой системы капустоуборочной машины //Сельский механизатор. – №1. – М., 2013. – С. 8-10.
8. Андреев Р.В. Совершенствование привода режущего аппарата капустоуборочной машины. Автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2014.

9. Андреев Р.В. Совершенствование привода режущего аппарата капустоуборочной машины: дис. ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2014.

10. Григорьев А.О. Разработка и обоснование параметров копирующего устройства капустоуборочного комбайна: дис. ... кандидата технических наук / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2009.

11. Григорьев А.О. Разработка и обоснование параметров копирующего устройства капустоуборочного комбайна. Автореферат ... кандидата технических наук / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2009.

12. Васильев А.О., Андреев Р.В., Александрова У.В. Оптимизация размеров колес прицепной сельскохозяйственной машины // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села. Материалы международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА). ФГБОУ ВО "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия". 2016. С. 380-383.

## **ВЛИЯНИЕ САМООСАХАРЕННОЙ ЗАВАРКИ НА КАЧЕСТВО РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ЗАВАРНОГО ХЛЕБА**

***Арынбаева М.Ж.***

магистрант кафедры ИТиМХ (базовая),  
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Россия, г. Санкт-Петербург

***Кузнецова Л.И.***

заведующая кафедрой ИТиМХ (базовая), д.т.н.,  
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Россия, г. Санкт-Петербург

***Парахина О.И.***

к.т.н., Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, Россия, г. Санкт-Петербург

***Усова Л.В.***

н.с., Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, Россия, г. Санкт-Петербург

В статье изучено влияние самоосахаренной заварки, вносимой при замесе теста, на качество ржано-пшеничного заварного хлеба. Установлено, что уменьшение количества муки, внесенной с заваркой, приводит к снижению редуцирующих сахаров и декстринов в готовых изделиях, при этом не ухудшает их физико-химические и органолептические показатели качества.

*Ключевые слова:* мука ржаная хлебопекарная обдирная, самоосахаренная заварка, гидромодуль заварки, хлеб ржано-пшеничный заварной, редуцирующие сахара, декстрины.

В настоящее время в ассортименте хлебобулочных изделий, вырабатываемых с использованием ржаной муки, особое место занимают заварные виды хлеба, привлекающие потребителей своим ярким вкусом и запахом.

В рецептуру заварных видов хлеба наряду с ржаной мукой (обойной, обдирной, сеяной) и пшеничной (первого и второго сорта) входит ржаной солод (ферментированный или неферментированный), природные ароматизаторы (тмин, кориандр, анис) и вкусовое сырье (сахар, патока, изюм).

Отличительной особенностью при приготовлении заварного хлеба является использование заварки.

В соответствии с ГОСТ 32677-2014 «Изделия хлебобулочные. Термины и определения» известны следующие виды традиционных заварок: самоосахаренная, осахаренная; неосахаренная; соленая, заквашенная или сброженная [1, с. 6]. В нашей хлебопекарной промышленности наиболее распространены заварки самоосахаренная, осахаренная и неосахаренная.

Данные виды заварок применяют с целью улучшения физико-химических и структурно-механических показателей качества полуфабрикатов и готовых изделий, а также сохранения их свежести в процессе хранения, особенно в случае переработки муки с пониженной сахаробразующей способностью. Так, известно, что внесение осахаренной или неосахаренной заварки из 3 – 5% (максимум 10%) муки от общего количества её в тесте способствует улучшению качества хлеба по запаху и вкусу, делая его более сладким, и придаёт ему более яркую окраску за счет повышения образования в корке хлеба меланоидинов [2, с. 68].

Для приготовления заварки смешивают часть (до 25%) ржаной муки, или ржаной муки и солода ржаного ферментированного, измельченные ароматизаторы (тмин, кориандр, анис) с водой температурой 95-97°C в определенном соотношении от 1:1,3 до 1:3 соответственно или доводят смесь до температуры 63-65°C для клейстеризации крахмала путем погрева ее паром, электроконтактным или любым другим способом.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния количества самоосахаренной заварки, вносимой при замесе теста, на качество ржано-пшеничного заварного хлеба.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- изучить влияние гидромодуля самоосахаренной заварки на содержание редуцирующих сахаров и декстринов в ней;
- изучить влияние гидромодуля и количества муки в самоосахаренной заварке на содержание редуцирующих сахаров и декстринов в хлебе;
- исследовать влияние гидромодуля и количества муки в самоосахаренной заварке на сохранение свежести заварного хлеба в процессе его хранения.

Качество полуфабрикатов и готовых изделий оценивали общепринятыми методами [3, с. 26-32, 64]. Содержание редуцирующих сахаров определяли по ГОСТ 5672-68 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли сахара». Декстрины определяли с помощью фотометра «КФК – 3 -01».

Тесто для опытных образцов готовили по традиционной технологии на самоосахаренной заварке путём заваривания 15% ржаной обдирной муки водой с температурой  $95 \pm 2^\circ\text{C}$  в соотношении 1:1,3; 1:1,5; 1:2 1:2,5 и 1:3 с последующим внесением 5 % ржаной муки от общего ее количества в заварке

на осахаривание. Самоосахаренную в течение двух часов при температуре 50°С заварку охлаждали до температуры 30-35°С и исследовали на содержание редуцирующих сахаров и декстринов. Результаты анализа показали, что с увеличением гидромодуля в заварке их содержание повышалось (рисунок 1).

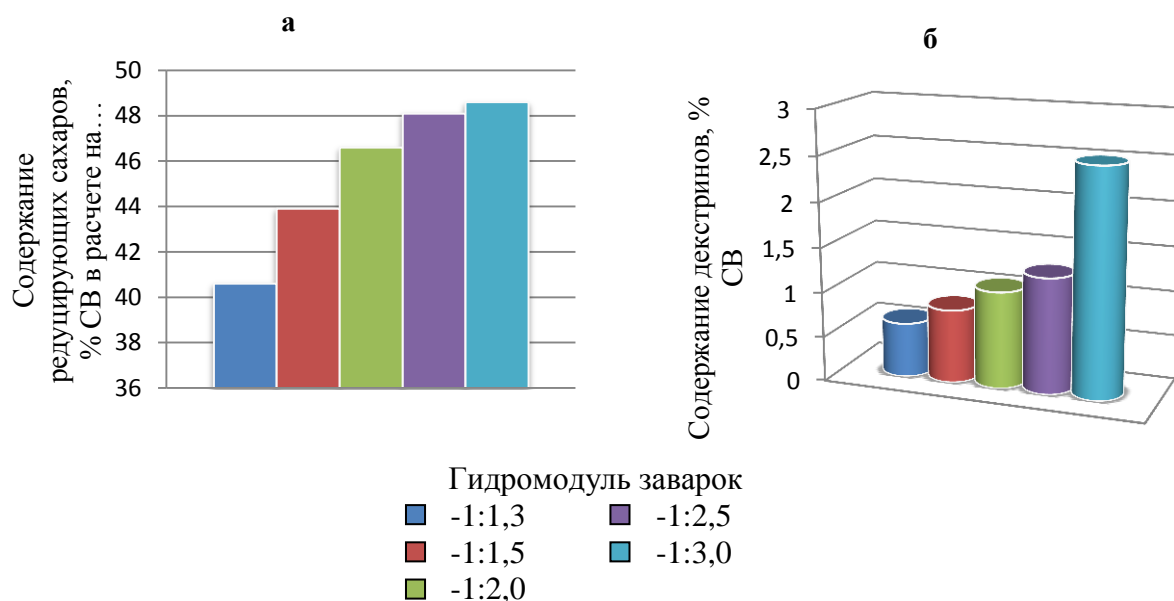


Рис. 1. Влияние гидромодуля самоосахаренной заварки из ржаной обдирной муки на содержание в ней редуцирующих сахаров (а) и декстринов (б)

С увеличением гидромодуля (от 1:1,5 до 1:3) и снижением количества муки (от 35% до 15%) в заварке содержание редуцирующих сахаров и декстринов в готовых изделиях снижалось (рисунок 2).

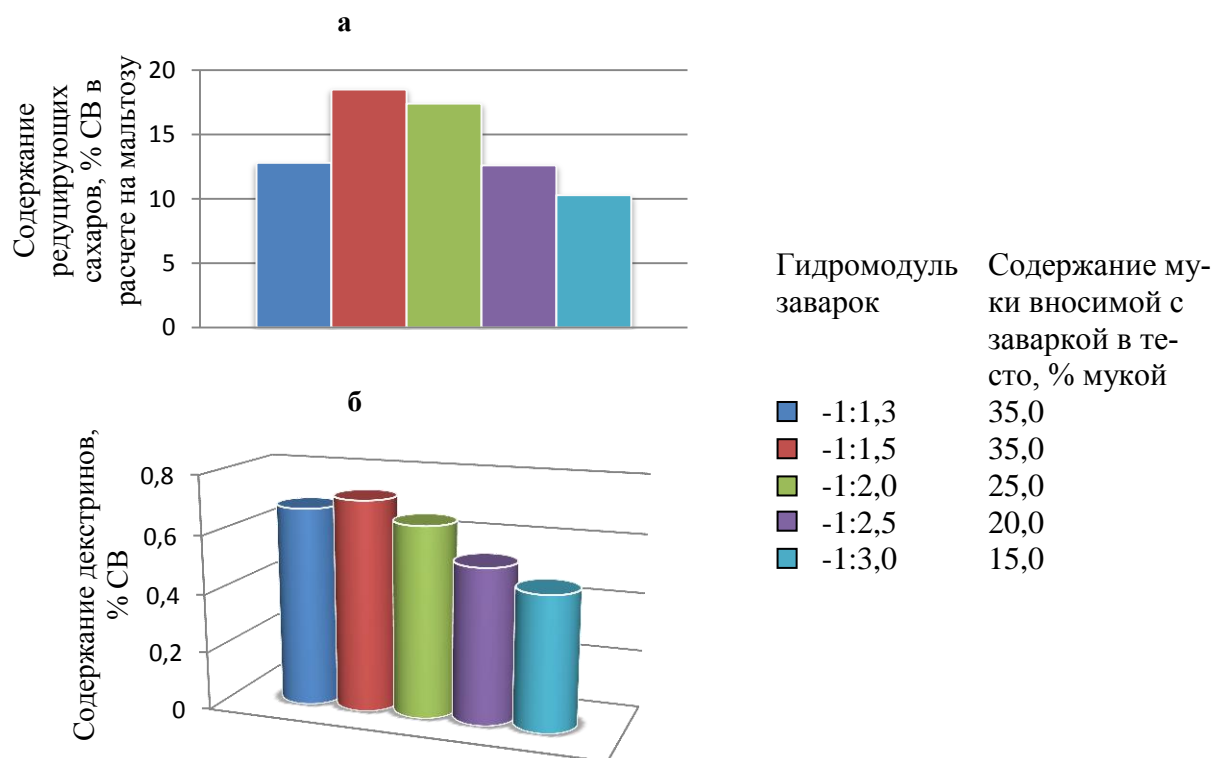


Рис. 2. Влияние гидромодуля и количества муки в самоосахаренной заварке на содержание редуцирующих сахаров (а) и декстринов (б) в хлебе

В результате исследований было установлено, что использование при замесе теста заварок с разным гидромодулем и количеством муки не оказывает влияния на физико-химические и органолептические показатели качества готовых изделий (таблица, рисунок 3).



Образцы ржано-пшеничного хлеба на заварке с гидромодулем:

1	-1:1,3	4	-1:2,5
2	-1:1,5	5	-1:3,0
3	-1:2,0		

Рис. 3. Образцы хлеба ржано-пшеничного заварного

Таблица

**Физико-химические показатели качества ржано-пшеничного заварного хлеба**

Наименование показателей	Значение показателей ржано-пшеничного заварного хлеба, приготовленного с использованием заварки				
	с гидромодулем				
	1:1,3	1:1,5	1:2,0	1:2,5	1:3,0
	муки в заварке, %				
	35		25	20	15
<b>Физико-химические:</b>					
Влажность мякиша, %	48,9	49,5	49,3	49,6	49,1
Кислотность, град	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Пористость, %	61	61	62	62	63
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8
Сжимаемость, ед. прибора	18	20	20	20	20
<b>Органолептические:</b>					
Внешний вид: Форма	правильная, соответствует хлебной форме, без боковых выплывов				
Поверхность	гладкая, без трещин и подрывов				
Цвет корки	тёмно-коричневый				
Состояние мякиша	пропечённый, не липкий, эластичный				
Цвет мякиша	коричневый				
Состояние пористости	развитая, неравномерная мелкая менее разрыхленная		более разрыхленная		
Вкус	свойственный данному виду				
Запах	свойственный данному виду				

Изучение влияния гидромодуля и количества муки в заварке на физико-химические показатели заварного хлеба в процессе его хранения показали, что в течение 24 – 48 ч влажность мякиша образцов хлеба увеличивалось из-за её перераспределения, однако, в конце хранения, через 72 ч, оставалась неизменной по сравнению с начальной влажностью (рисунок 4).



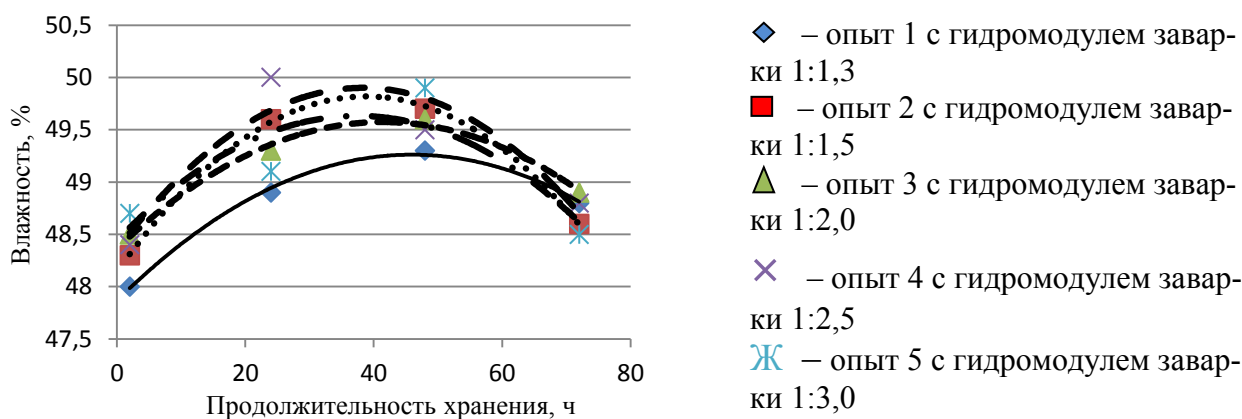


Рис. 4. Влияние гидромодуля и количества муки в самоосахаренной заварке на изменение массовой доли влаги мякиша в процессе хранения хлеба

Таким образом, в результате исследований было выявлено, что с уменьшением количества муки в самоосахаренной заварке, вносимой при замесе теста, снижается содержание редуцирующих сахаров и декстринов в готовых изделиях, при этом их физико-химические и органолептические показатели качества не ухудшаются. Кроме того, было выявлено, что использование самоосахаренной заварки, вносимой при замесе теста, способствует сохранению свежести готовых изделий, т.к. влажность мякиша ржано-пшеничного заварного хлеба в процессе хранения не снижалась.

#### Список литературы

1. ГОСТ 32677-2014 «Изделия хлебобулочные. Термины и определения». Москва, Стандартинформ, 2014. 18 с.
2. Кузнецова Л.И. [и др.] Производство заварных сортов хлеба с использованием ржаной муки. СПб.: филиал ГосНИИХП., Береста, 2003. 298 с.
3. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства: учеб. пособие для вузов. 4 изд., перераб. и доп. СПб.: ГИОРД, 2004. 264 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ

**Белов А.И.**

магистрант кафедры «ПАХТ»,  
Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

**Суфиянов Р.Ш.**

профессор кафедры «ПАХТ», д-р тех. наук, доцент,  
Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

Освещены проблемы загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом. Рассматривается рациональность использования метода озонирования для очистки атмосферного воздуха в автомобильных тоннелях.

*Ключевые слова:* автотранспорт, атмосферный воздух, загрязнение воздуха, озонирование, очистка воздуха.

Эксплуатация автомобильного транспорта оказывает негативное воздействие на все компоненты биосферы: на атмосферный воздух [2], гидросферу и литосферу [3, 4].

Во многих городах России выхлопы автомобильного транспорта преобладают над другими источниками загрязнения атмосферного воздуха. В среднем по стране они составляют порядка 40-50%, а в таких мегаполисах, как Москва, – 80%. В выхлопных газах автомобильного транспорта содержится более двухсот химических веществ и загрязнение воздуха представляет серьезную угрозу здоровью населения и способствует снижению качества жизни.

Воздействие токсичных веществ, загрязняющих воздух вызывает такие заболевания как: рак, лейкемия, астма, эндокринные заболевания, респираторные заболевания, различные виды аллергии, сердечно-сосудистые заболевания, болезни печени, болезни желчного пузыря, болезни органов чувств.

Как известно, в автомобильных двигателях химическая энергия топлива преобразуется в тепловую энергию, а затем в механическую работу. В результате химических окислительных реакций в двигателях образуются промежуточные соединения цепных реакций  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_m\text{H}_n$ ,  $\text{NO}_x$ . При этом состав выбросов дизельных и карбюраторных двигателей несколько отличается.

На рис. 1, 2 и 3 представлен их химический состав по вышеперечисленным ЗВ, образующихся в их системах выпуска, вентиляции и питания двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

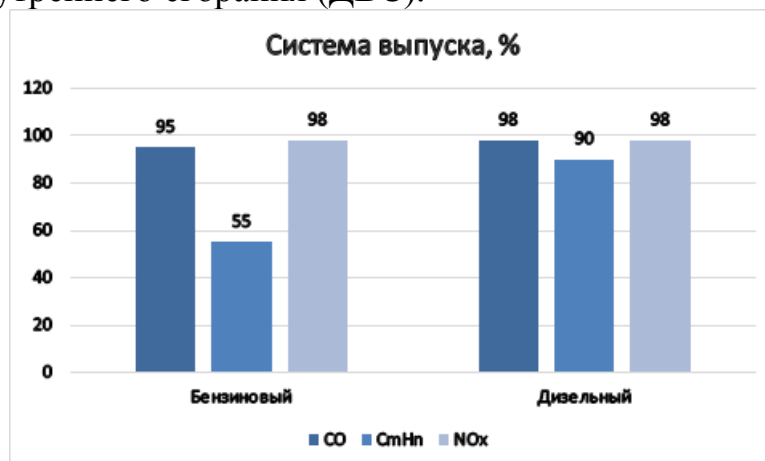


Рис. 1 Образование ЗВ в системах выпуска

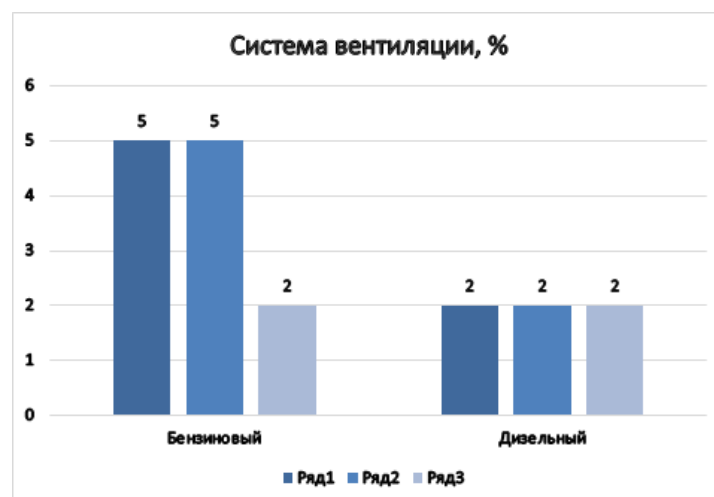


Рис. 2 Образование ЗВ в системах вентиляции



Рис. 3 Образование ЗВ в системах питания

Содержание продуктов неполного сгорания в бензиновых ДВС существенно выше по сравнению с дизельными двигателями, что обусловлено их работой на более богатых смесях, в частности выше содержание оксидов азота.

Дизельный ДВС имеет «преимущества» по выбросу альдегидов, но для них характерен повышенный выброс оксидов серы и сажи.

В настоящее время известно большое количество различных методов очистки выхлопных газов: абсорбционный, адсорбционный, термokatалитический, биохимический, плазмохимический, плазмокatalитический, кatalитический и метод озонирования. Для осуществления процесса очистки воздуха озонированием широко применяются озонаторы.

Рассмотрим принцип действия озонатора (рис. 4).

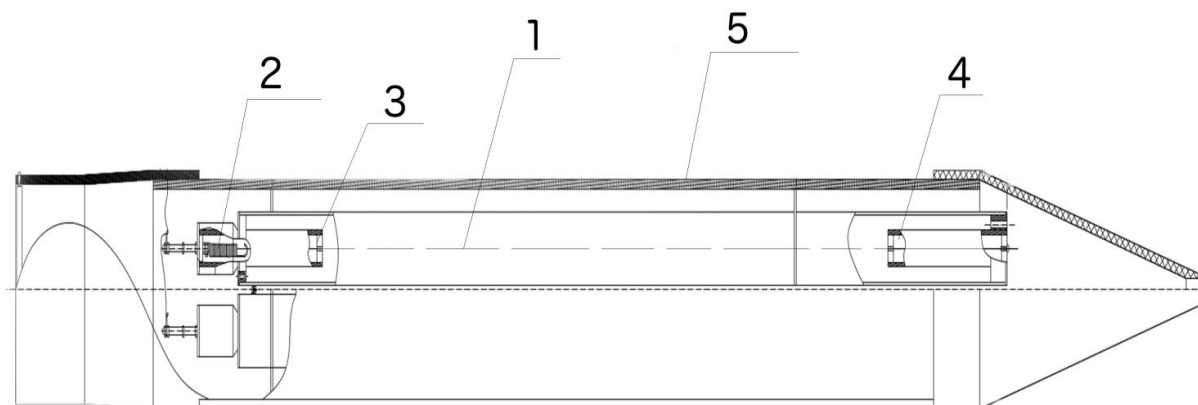


Рис. 4. Озонатор. 1 – электрод; 2, 3, 4 – натяжитель; 5 – корпус

Процесс получения озона в озонаторе происходит следующим образом. На коронный электрод 1 подается напряжение 10 кВ. Из-за разности электрических полей между положительным электродом 1 и заземленным корпусом 5, на который подается отрицательный заряд, возникает разряд, в результате которого происходит расщепление молекулярного кислорода на атомарный и синтезируется озон.

В таблице представлены данные измерений концентраций ЗВ в автомобильном тоннеле. Измерения проводились в автоматическом режиме соот-

ветствующими службами. Время проведения измерений, данные которых представлены в табл., с 7 до 9 часов утра (часы «пик»), средняя температура воздуха в тоннеле во время проведения измерений составляла 15°C.

Таблица

**Средние значения концентраций загрязняющих веществ в автомобильном тоннеле**

Характеристики	Загрязняющие вещества (мг/куб.м)					
	СН	НСН	NO	CO	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>
Начало тоннеля	4,56	2,9	1,59	7,87	0	0,005
Середина тоннеля	5,98	4,25	4,21	14,60	0	0,006
Конец тоннеля	7,26	5,48	6,325	23,12	0,15	0,0007

Проведенная оценка [1] показывает, что степень очистки воздуха при использовании озонатора достигает в среднем, в зависимости от типа ЗВ 95 %. (рис. 5).

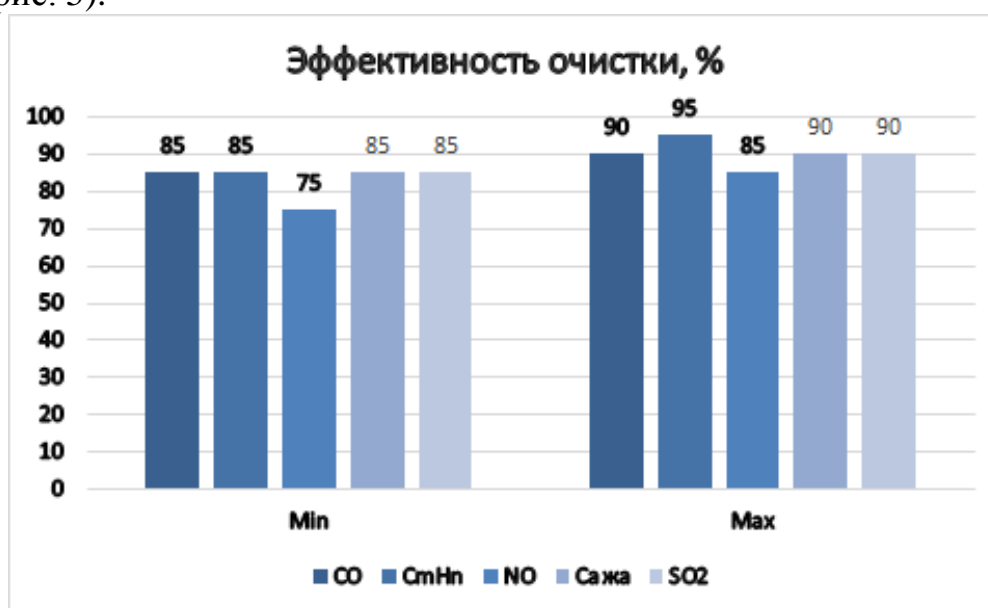


Рис. 5 Эффективность использования озонатора

Таким образом, применение озонаторов для очистки атмосферного воздуха от загрязнителей, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, является оправданным с точки зрения эффективности процесса и имеет следующие преимущества:

- высокая степень очистки воздуха;
- высокая скорость процесса;
- быстрое расщепление остаточного озона;
- озон вырабатывается на месте его потребления, не требует хранения и отсутствует необходимость перевозки.

Основным недостатком метода является высокие эксплуатационные расходы в связи с большими затратами электроэнергии.

#### Список литературы

1. Белов А.И., Суфиянов Р.Ш. Очистка воздуха в автомобильных тоннелях озонированием// В сборнике: Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции с

научной школой для молодежи. Тверской государственный технический университет. 2016. С. 110-112.

2. Ерохов В.И. «Токсичность современных автомобилей. Методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу». Москва. 2013 г.

3. Суфиянов Р.Ш. Обезвреживание нефтесодержащих отходов //Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2010, № 5. С. 36-39.

4. Суфиянов Р.Ш. Переработка нефтезагрязненных грунтов как вторичных сырьевых ресурсов для производства моторных топлив // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2012. Т.4. №2(14). С. 201-205.

## **ОЦЕНКА МЕТОДА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ**

***Богданов Г.В.***

магистрант кафедры «ПАХТ»

Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

***Суфиянов Р.Ш.***

профессор кафедры «ПАХТ»,

Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

В статье рассмотрены основные методы обезвреживания нефтезагрязненных грунтов и приведена оценка метода реагентного капсулирования.

*Ключевые слова:* нефтезагрязненный грунт, методы обезвреживания, метод реагентного капсулирования.

Нефтедобывающая отрасль оказывает существенное негативное воздействие на окружающую природную среду (ОПС). При нефтедобыче и транспортировании нефти в результате аварийных разливов, не соблюдения установленных нормативов и др. происходит загрязнение всех компонентов биосферы, в частности, земельных ресурсов(грунтов) [5].

По химическому составу эти отходы разнообразны и являются сложными гетерогенными системами, состоящими из механических примесей (частиц песка, глины и т.д.), нефтепродуктов и воды. При этом свойства только что образовавшихся НЗГ и НЗГ, пролежавших годы в шламонакопителях, существенно отличаются, в связи с тем, что в них практически нет легких фракций, а оставшаяся часть дополнена включениями извне: атмосферными осадками и другими примесями.

В России, как и во всем мире, происходит возрастание объемов добычи углеводородов, на рис. 1 представлены данные по нефтедобыче за ряд прошедших лет с прогнозом по данным аналитиков до 2030 года [7].

При этом, необходимо отметить, что в РФ, по разным оценкам, теряется от 4 до 7% всей добытой нефти и значительная доля этой потерянной нефти, содержится в нефтезагрязненных грунтах [6].

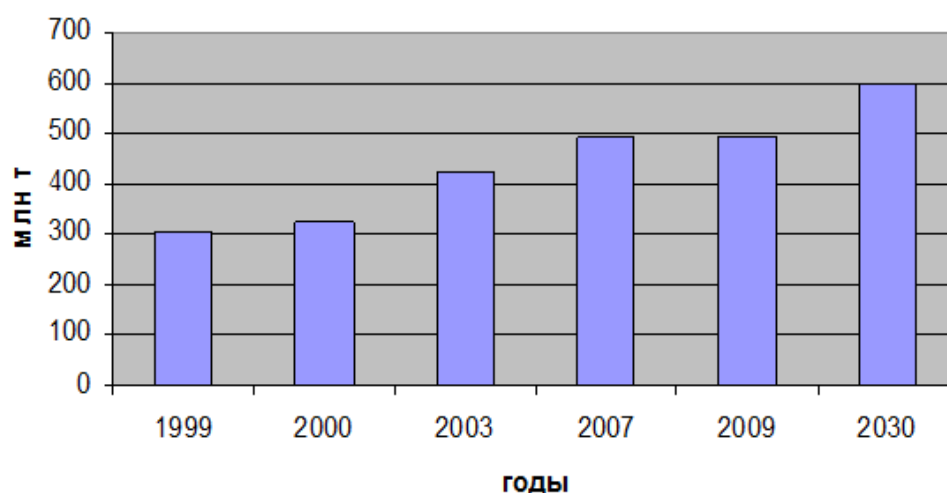


Рис. 1. Прогноз нефтедобычи в РФ до 2030 г.

Повышение эффективности обезвреживания НЗГ является в важной актуальной экологической задачей и в настоящее время отсутствует какой-либо один универсальный, экологически допустимый и экономически оправданный способ обезвреживания НЗГ, и в каждом конкретном случае, в зависимости от источников образования, времени складирования, целей и задач производства, выбирают метод(ы) их утилизации (рис. 2).

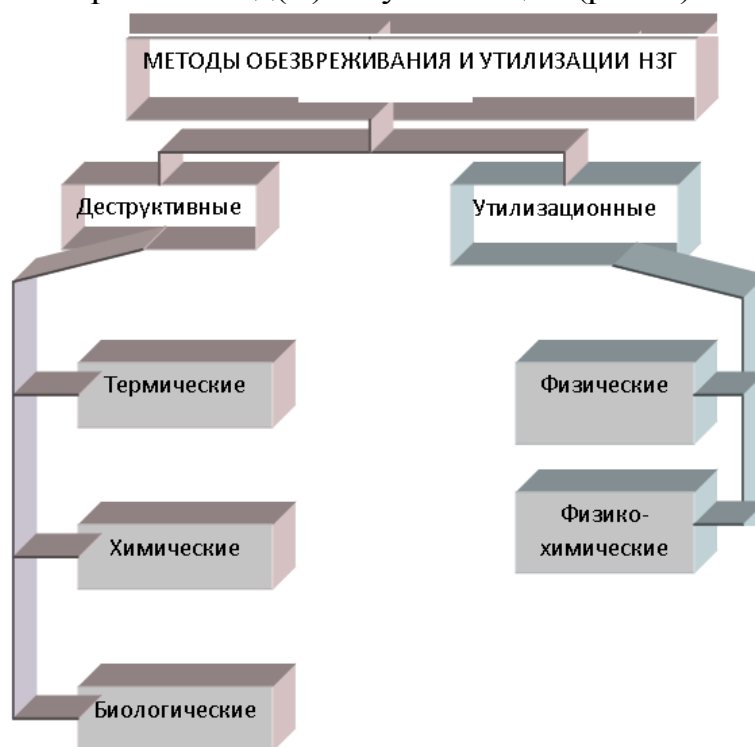


Рис. 2. Основные методы обезвреживания нефтезагрязненных грунтов

Методы утилизации НЗГ, условно подразделяются на деструктивные и утилизационные [4]. К деструктивным относят: термические, химические (реагентные) и биологические методы, при реализации которых, содержащиеся в НЗГ нефтепродукты, сжигаются, капсулируются или усваиваются углеводородоокисляющими микроорганизмами, т.е. практически теряются безвозвратно.

При помощи утилизационных методов: физических (отстаивание, центрифугирование) и физико-химических (экстракция) производится извлечение из них нефтепродуктов, которые впоследствии могут быть возвращены в производственный цикл.

Утилизационные методы являются ресурсосберегающими, но экономическая эффективность их применения находится в зависимости от процентного содержания в НЗГ углеводородов. Кроме этого экономическая целесообразность определяется количеством в них воды, механических примесей, необходимостью транспортирования и т.д.

Одним из эффективных методов обезвреживания НЗГ является химический метод или иначе, метод реагентного капсулирования (РК), заключающейся в смешивании НЗГ с химическими реагентами, например с негашеной известью. В результате взаимодействия с влагой, содержащейся в НЗГ, происходит реакция гашения извести с выделением большого количества теплоты (порядка 1160 кДж на 1 кг химически чистой негашеной извести).

При этом образуется инертный гидрофобный материал, который в зависимости от состава исходных НЗГ, может быть использован как сырье для производства керамзита, асфальтобетонной смеси, подсыпки под основания дорог и т.д. В качестве компонентов смешивания используют цемент, гипс, негашеную известь и другие материалы.

На эффективность процесса обезвреживания НЗГ методом РК влияют, технологические параметры процесса, в частности, время смешивания [1] и концентрация в них нефтяного компонента [3]

В работе [2] проведен анализ основных технологий обезвреживания НЗГ по 3-м критериям:

- извлечение вторичных сырьевых ресурсов;
- применение конечного продукта утилизации;
- экологическая безопасность конечного продукта утилизации.

В качестве альтернатив рассмотрены наиболее часто используемые методы: низкотемпературной термической десорбции (НТД), трехфазной сепарации (ТФС), термический (Т), экстрагирования (Э), метод РК и метод РК с предварительным экстрагированием углеводородов (РКПЭ).

Получено, что наиболее удовлетворяющим условию эффективность/стоимость является метод РКПЭ. Однако отмечено, что эффективность метода зависит от концентрации углеводородов в НЗГ. Если концентрация невысока, то наиболее экономически целесообразным методом является метод РК (таблица).

Таблица

**Данные по стоимости переработки НЗГ**

№	Альтернативы	Стоимость переработки 1 т НЗГ, долл. США
1.	НТД	125
2.	ТФС	120
3.	Т	100
4.	Э	60
5.	РК	80
6.	РКПЭ	110

Таким образом, сопоставление наиболее известных методов обезвреживания НЗГ по стоимости, показывает, что одним из экономически целесообразных, является метод реагентного капсулирования, при условии низкой концентрации углеводородов в нефтезагрязненном грунте.

#### Список литературы

1. Богданов Г.В., Суфиянов Р.Ш. Реагентный метод обезвреживания нефтезагрязненных грунтов // В сборнике: «Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии». Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции с научной школой для молодежи. Тверской государственный технический университет. 2016. С. 117-120.
2. Мухтаров Я.С., Суфиянов Р.Ш., Стец А.А. Анализ технологий переработки нефтесодержащих грунтов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. №2. С.290-291.
3. Мухтаров Я.С., Суфиянов Р.Ш. Определение границы экономической целесообразности применения метода реагентного капсулирования при обезвреживании нефтезагрязненных грунтов // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15, №12. С.175-176.
4. Мухтаров Я.С., Суфиянов Р.Ш., Лашков В.А. Анализ источников образования нефтесодержащих отходов // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т.15, №17. С.220-223.
5. Суфиянов Р.Ш. Обезвреживание нефтесодержащих отходов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2010. № 5. С. 36-39.
6. Суфиянов Р.Ш. Переработка нефтезагрязненных грунтов как вторичных сырьевых ресурсов для производства моторных топлив // Известия МГТУ «МАМИ». – 2012. – Т.4, №2(14). – С. 201-205.
7. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р, г. Москва.

## АКТУАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

**Борисов М.В.**

студент кафедры информационной безопасности систем и технологий,  
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

**Иванов А.П.**

доцент кафедры информационной безопасности систем и технологий,  
канд. техн. наук, доцент, Пензенский государственный университет,  
Россия, г. Пенза

В течение прошедших пяти лет интернет вещей (IoT) активно развивался. На данный момент количество соединённых между собой вещей превысило население земли, а к 2020 году должно составлять порядка 34 миллиардов. Помимо роста числа подключённых устройств, растёт и число различных информационных угроз информационной безопасности интернета вещей. В данной статье рассмотрены несколько самых актуальных на текущий момент времени угроз.

*Ключевые слова:* интернет вещей, IoT, ботнет, DDoS-атака, malware, брутфорс.



На настоящий момент существует неопределённое количество информационных угроз для интернета вещей [1]. Их актуальность можно оценивать исходя из существующих прецедентов, в результате которых были реализованы те или иные угрозы.

В марте 2016 года американский хакер Эндрю Оренхаймер, используя открытые источники, получил список IP-адресов принтеров и факсов находящихся на территории США. Затем, используя простейший PostScript-файл, злоумышленник удалённо распечатал на устройствах собственные листовки расистского содержания. В результате инцидента было распечатано от 20 до 30 тысяч листовок [2]. Данный инцидент наглядно показывает уязвимость интернета вещей. Любой желающий может свободно получить доступ к устройству и распространять информацию любого рода.

Учитывая широкую возможность получения доступа к устройствам IoT и низкую степень их защищённости, злоумышленники стали использовать её для проведения DDoS-атак. Таким образом, в период с сентября по октябрь 2016 года несколько раз был задействован IoT-ботнет Mirai, в ряде крупных нападений. Данное вредоносное программное обеспечение заражает объекты интернета вещей посредством перебора (брутфорса) стандартных паролей и логинов установленных производителем устройств. Основными «составляющими» такого IoT-ботнета являются видеокамеры, холодильники и роутеры.

Первая DDoS-атака пришлась на сайт эксперта по информационной безопасности Брайана Кребса, который опубликовал своё журналистское расследование о сервисе DDoS-атак на заказ, «vDos». По заявлениям журналиста, пиковая мощность DDoS-атак составила 665 Гбит/с [3]. Следующим на очереди хакеров оказался французский хостинг-провайдер OVH. Глава OVH, Октав Клаба, сообщил, что в составе ботнета насчитывается до 145607 IP-камер наблюдения, а мощность атаки составила 1 Тб/с [4]. С новой силой атаки продолжились в конце октября, но уже на американского DNS-провайдера Dyn. В результате атаки, в течение длительного промежутка времени, большой сегмент интернет ресурсов восточного побережья США был недоступен для пользователей. Предположительная мощность нападения могла достигнуть 1,2 Тб/с [5].

В ноябре 2016 года также были зафиксированы атаки на 5 крупнейших российских банков. В сравнении с тремя предыдущими нападениями, DDoS-атаки на банки были меньшими как по количеству участвующих устройств, так и по мощности. По подсчётам экспертов пиковая мощность составляла 3,2 миллиона пакетов в секунду [6], а количество устройств достигло 24 тысяч, большую часть из которых составляли роутеры. Это первый официально признанный случай в России, когда в преступных целях использовался интернет вещей [7].

Проанализировав все эти события, можно с уверенностью сказать, что количество заражённых IoT устройств в будущем будет увеличиваться, а следовательно, будет расти и частота подобных DDoS-атак, с увеличением их мощности.

Интернет вещей, не ограничивается видеокамерами, холодильниками и роутерами. В список уязвимых устройств можно добавить различное жизненно важное оборудование, такое как инсулиновые помпы, кардиостимуляторы.

В 2011 году специалист по информационной безопасности Бэрнеби Джек показал уязвимость инсулиновых помп компании Medtronic, в результате которой можно удалённо перехватить управление аппаратом и ввести диабетика смертельную дозу инсулина. В 2012 году Бэрнеби выявил уязвимость кардиостимуляторов, которая позволяла выпускать разряд в 830 вольт в тело жертвы. Также он обнаружил метод удалённой перепрошивки кардиостимулятора, с помощью которого можно было распространять вредоносный код на сервера производителя, тем самым, обеспечивая заражение всех выпущенных устройств. В теории подобная уязвимость позволяет запустить череду массовых убийств [8].

Рассмотрев основные прецеденты, можно сделать вывод, что текущее состояние информационной безопасности IoT требует выработки соответствующих мер защиты, способных нейтрализовать текущие угрозы.

#### Список литературы

1. Борисов М.В., Иванов А.П. Анализ состояния Интернета Вещей // Молодежь. Наука. Инновации (Youth.Science.Innovation): Труды XIII Международной научно-практической интернет-конференции / Под ред. И.В. Палаткина, Н.А. Виноградовой – Пенза: Издательство ПКИТ ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», 2016. – С. 24-28.
2. Auernheimer A.E. A brief experiment in printing. URL: <https://storify.com/weev/a-small-experiment-in> (дата обращения: 26.01.2017).
3. Krebs B. KrebsOnSecurity Hit With Record DDoS. URL: <http://krebsonsecurity.com/2016/09/krebsonsecurity-hit-with-record-ddos/> (дата обращения: 26.01.2017).
4. Нифёдова М. Более 150 000 IoT-устройств были задействованы в ходе DDoS-атаки мощностью 1 Тб/с. URL: <https://haker.ru/2016/09/30/ovh-ddos/> (дата обращения: 26.01.2017).
5. Hilton S. Dyn Analysis Summary Of Friday October 21 Attack. URL: <http://dyn.com/blog/dyn-analysis-summary-of-friday-october-21-attack/> (дата обращения: 26.01.2017).
6. Меджлумов М. Ростелеком отразил DDoS-атаки на крупнейшие банки и финансовые организации России. URL: <http://www.rostelecom.ru/press/news/d438345/> (дата обращения: 26.01.2017).
7. Бондарев Д., Балашова А., Махукова А. Как киберпреступники используют бытовую технику. URL: <http://www.rbc.ru/newspaper/2016/11/14/5825cf889a79475b671ff971> (дата обращения: 26.01.2017).
8. Barnaby J. Hacked terminals capable of causing pacemaker deaths URL: <http://www.itnews.com.au/news/hacked-terminals-capable-of-causing-pacemaker-mass-murder-319508> (дата обращения: 26.01.2017).

## ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЗМОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ДВИЖЕНИИ

*Вальс В.И., Галкин С.Ю., Карпова Н.М.*

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

В статье рассмотрены вопросы, связанные с температурным контролем и диагностикой механизмов и агрегатов, находящихся в движении.

*Ключевые слова:* защищенные регистраторы, «таблетки» – логгеры.

Как известно ТЕРМОХРОН (ТХ) – это устройство, выполняющее функции термографа, и относящееся к семейству защищённых регистраторов температуры Thermochron iButton™ под корпоративным обозначением DS1921.

Одним из наиболее перспективных направлений применения устройств ТХ представляется использование их возможностей с целью температурного контроля вибрирующих, крутящихся, вращающихся, и иных находящихся в движении деталей и элементов различных механизмов, механических узлов и агрегатов [1-5]. При проведении такого рода испытаний наиболее сложной является проблема подвода проводов и кабельных трасс [6], обеспечивающих питание и вывод сигналов от датчиков, размещенных, например, на роторе вращающейся турбины. Полная автономность устройств ТХ, их миниатюрные размеры, устойчивость к вибрационным нагрузкам и электромагнитным полям, а также механически защищенный корпус делают эти приборы идеальными для решения такого рода задач. Если необходимо обеспечить температурный мониторинг объекта, находящегося в движении, фиксируя показания с временной дискретностью большей 1 минуты, то в одной или большем числе контрольных точек, температура которых интересует испытателей тем или иным способом закрепляют, предварительно запрограммированные устройства ТХ. Для крепления «таблеток» – логгеров могут быть использованы различные способы и аксессуары. При проведении многоточечного мониторинга, особенно важно правильно задать установочные значения параметров рабочих сессий всех логгеров, участвующих в процедуре измерения, т.е. точно синхронизовать встроенные в них узлы реального времени и обеспечить одновременность начала рабочего цикла. В этом случае большую роль играет возможность предварительного задания задержки начала измерений, которую можно выбрать таким образом, что все логгеры, узлы реального времени которых синхронизированы, начнут цикл регистрации в одно и то же время [7].

После остановки исследуемого агрегата температурные логгеры снимаются с контрольных точек, и данные, накопленные ими считываются в память персонального компьютера благодаря использованию специального аппаратно-программного комплекса. После остановки исследуемого агрегата температурные логгеры снимаются с контрольных точек, и данные, накоп-

ленные ими, считываются в память персонального компьютера благодаря использованию специального аппаратно-программного комплекса. Затем с помощью одной из стандартных программ обработки данных информация, накопленная в буфере последовательных отсчетов каждого из устройств ТХ, накладывается на единую временную ось. В случае если температурные логгеры закреплены стационарно и есть необходимость в проведении повторных дополнительных испытаний, для снятия с них информации, используются специализированные приборы накопители-транспортировщики данных или мобильные комплексы для визуального анализа накопленной информации, реализованные, например, на базе карманных компьютеров. Да и построение на базе устройств ТХ просто многоточечной системы территориально распределенного температурного мониторинга полностью снимает проблемы, связанные с прокладкой измерительных трасс, а также заботы о питании и защите датчиков от внешних воздействий. Такой подход делает DS1921 универсальным средством измерения при решении практически любых проблем температурных испытаний, даже никак не связанных с какими-либо движущимися объектами. Поэтому использование подобных температурных логгеров значительно расширяет возможности и упрощает процедуру тестирования, регламент обеспечения контроля качества и проведение ремонта практически любого оборудования, диагностика работы которого связана с необходимостью периодического контроля динамики изменения температуры [8-10].

Если необходимо отследить, как производится эксплуатация арендуемого транспортного средства, то именно температура может являться критерием ресурса работы двигателя. Значит, если известно, как изменялась в ходе эксплуатации температура любого из агрегатов, связанных с работой двигателя, следовательно, известно, как именно клиент производил эксплуатацию автомобиля в течение всего времени аренды.

Технология работы с миниатюрным ТермоШпионом (ТШ), роль которого может легко исполнять малоприметный и неприхотливый ТХ, предельно проста. Сначала необходимо выполнить операцию по заданию режимов работы температурного логгера. Затем, закрепить его в контрольной точке, температура которой изменяется при работе двигателя, но не превышает +85°C. В конце срока аренды, прибор извлекается и производится считывание накопленной ТШ информации. При этом можно проследить всю историю эксплуатации предоставляемого в аренду транспортного средства.

Если ТХ закреплен в точке контроля с целью долговременной эксплуатации, то для считывания накопленных им показаний удобно воспользоваться специальным прибором – накопителем-транспортировщиком данных. Для переноса в память такого прибора значений, зарегистрированных стационарно закрепленным термометром-логгером, достаточно кратковременного прикосновения щупа накопителя-транспортировщика к корпусу ТШ. После подключения накопителя-транспортировщика данных к компьютеру, информационная копия, считанная из памяти устройства ТХ, будет перенесена в память персонального компьютера для ее визуального анализа, архивирования и обработки.

Безусловно, в качестве ТШ устройства ТХ могут быть использованы не только с целью контроля эксплуатации автотранспорта. Подобный подход может быть распространен на любое оборудование, имеющее узлы, температура которых меняется в ходе их эксплуатации. Установив неприметный логгер в ту или иную контрольную точку агрегата, имеющую характерную рабочую температуру (например, на компрессор, в морозильную или холодильную камеру, на станину подшипника или даже рядом с нагревателем и т.д.), – можно получить полную информацию об эксплуатационном ресурсе Вашего оборудования и особенностях его использования.

### Список литературы

1. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей [Текст] / И.Э. Грибут, В. М. Артюшенко, Н.П. Мазаева, М.В. Виноградова, З.И. Панина, Л.А. Васильева, А.А. Ларионова, Н.М. Елизарова, Н.М. Корсунова, Е.В. Поворина / учебник для студентов высших учебных заведений – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2009. – 476 С.
2. Артюшенко, В. М. Сбор и обработка виброакустических процессов на борту ракетно-космической техники [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Бекетов, С.В. Кузьмин, А.Ю. Майданов, А.П. Мороз, В.И. Привалов // Приволжский научный вестник. – 2014. №4 (32). С.23-28.
3. Артюшенко, В. М. Информационное обеспечение деятельности предприятий автосервиса [Текст] / В. М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2009. – №4. – С. 3-10.
4. Артюшенко, В. М. Оценка погрешности измерения параметров движения протяженных объектов в условиях изменяющейся дальности / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2015. Т.58. №1(631). С. 26-37.
5. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASNET [Текст] / Монография. ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2006. – 138 с.
6. Артюшенко, В. М. Расчет и проектирование структурированных мультисервисных кабельных систем в условиях мешающих электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова: учебное пособие / под ред. д.т.н., профессора Артюшенко В.М. – Королев МО: ФТА, 2012. – 264 с.
7. Артюшенко, В. М. Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Радиотехника. – 2015. – №2. С. 76-82.
8. Артюшенко, В. М. Проектирование сетей подвижной связи с кодовым разделением каналов [Текст] / В.М. Артюшенко: монография – ФГБОУ ВПО ФТА. – М., 2012. – 204 с.
9. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
10. Артюшенко, В. М. Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В.М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 4(32). – С. 42-45.

## АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ АГРЕГАТА

**Васильев А.О.**

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

**Андреев Р.В.**

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

**Григорьев А.О.**

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

**Александрова У.В.**

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

Рассмотрена классификация причин по характеру влияния на устойчивость движения агрегата по заданному курсу. Выявлена актуальность рассмотрения данной классификации.

*Ключевые слова:* устойчивость движения, сельскохозяйственные агрегаты.

В России и в ряде европейских стран овощеводство является крупной и важной отраслью сельскохозяйственного производства [1-10].

Курсовая устойчивость прицепной машины существенно зависит от конструкции и параметров ее опорно-прицепной системы [4].

Качество работы сельскохозяйственного агрегата можно представить в виде многофакторной функции, которая учитывает влияние параметров этого агрегата (полезной мощности трактора, скорости рабочего органа, курсовой прямолинейности движения агрегата, веса агрегата, величины сцепления колес трактора с почвой), характеристики почвенного покрова (влажности, твердости и сопротивления качению), прочих организационных мероприятий, характеристик участка (длины и ширины участка, агротехнических показателей агрофона, а также уклона местности). Например, для уборки белокочанной капусты средне- и позднеспелых сортов используют однорядные комбайны МСК-1, Е-800, двурядные машины – УКМ-2, МКП-2 и экспериментальные трехрядные самоходные комбайны МКС-3. Известны также применение четырехрядной машины на самоходном шасси модели голландской фирмы Ploeger модели KS-4R. Для работы этих машин поле должно быть прямоугольной формы с уклоном не более 5°, ряды капусты –

прямолинейными и с одинаковой густотой посадки, на всем поле должны сохраняться одинаковая степень увлажнения и однородность рельефа почвы [3].

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

В связи с этим повышение устойчивости хода капустоуборочной машины в междурядье является актуальной задачей при создании перспективных капустоуборочных машин.

### Список литературы

1. Андреев Р.В., Алатырев С.С., Васильев А.О. Оптимизация параметров привода режущего аппарата капустоуборочного комбайна // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1-1. С. 10-14.
2. Васильев А.О., Андреев Р.В., Алатырев С.С. Оптимизация движителей капустоуборочной машины // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1-1. С. 29-32.
3. Васильев А. О. Улучшение качественных показателей работы капустоуборочной машины путем совершенствования ее опорно-прицепной системы. Диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.01 / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2013.
4. Васильев А. О. Улучшение качественных показателей работы капустоуборочной машины путем совершенствования ее опорно-прицепной системы. Автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.20.01 / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2013.
5. Васильев А.О., Алатырев С.С. Совершенствование опорно-ходовой системы капустоуборочной машины // Сельский механизатор. -№1 – М., 2013.- С. 8-10.
6. Андреев Р.В. Совершенствование привода режущего аппарата капустоуборочной машины. Автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2014.
7. Андреев Р.В. Совершенствование привода режущего аппарата капустоуборочной машины. Диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2014.
8. Григорьев А.О. Разработка и обоснование параметров копирующего устройства капустоуборочного комбайна. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2009.
9. Григорьев А.О. Разработка и обоснование параметров копирующего устройства капустоуборочного комбайна. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. Чебоксары, 2009.
10. Васильев А.О., Андреев Р.В., Александрова У.В. Оптимизация размеров колес прицепной сельскохозяйственной машины // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села. Материалы международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА). ФГБОУ ВО "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия". 2016. С. 380-383.

## ЖИДКОСТНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПРОЦЕССОРА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

*Вдовин А.В., Асташин Н.А.*

студенты Института механики и энергетики,  
Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва,  
Россия, г. Саранск

В статье рассматривается вопрос перехода от воздушной системы охлаждения процессора персонального компьютера к жидкостной системе. Актуальность данного вопроса продиктована неуклонно возрастающей тепловой мощностью процессоров. Представлен возможный вариант модернизации системы охлаждения персонального компьютера. Приведены результаты практического эксперимента, отражающие зависимость отводимой тепловой мощности от расхода теплоносителя через теплообменник процессора.

*Ключевые слова:* система жидкостного охлаждения, охладитель процессора, стационарный и импульсный режимы циркуляции теплоносителя, теплопередача, отводимая мощность, коэффициент теплопередачи, расход жидкости.

В традиционных воздушных системах (кулерах) охлаждение построено на принципе отвода тепла с поверхности радиатора. Такой способ охлаждения прост в изготовлении и монтаже, относительно надежен и, что не мало важно, недорог. Однако, с постепенным повышением частот и мощности процессоров, требования к их охлаждению постепенно возрастают. Например, для последних моделей своих процессоров как Intel, так и AMD в настоящее время настоятельно рекомендуют использовать кулеры с медной подошвой. Это связано, во-первых, с постоянно уменьшающимся размером кристалла и, стало быть, увеличением выделения тепла на единицу площади. Во-вторых, из-за увеличения количества транзисторов в кристалле происходит повышение потребляемой мощности процессором. В последних требованиях Intel для производителей материнских плат указано, что процессоры могут выделять до 82Вт, а максимальный ток потребления достигать 70А. Проблема высокого тепловыделения присуща как процессорам AMD, так и Intel.

По этим причинам производство воздушных кулеров в последние годы в определенной степени стало наукоемким. Ситуация осложняется тем, что эффективность современных воздушных кулеров уже подошла к своему физическому пределу [1, 6]. Ограничивающими факторами становится вес, шумность и, самое главное, теплопроводность традиционных материалов (алюминий, медь), применяемых в изготовлении воздушного охладителя.

Системы водяного охлаждения во многом лишены этих ограничений, свойственных воздушным системам [4, 5]. Водяному охлаждению, в отличие от воздушного, не требуется большой радиатор на процессоре и мощный вентилятор, создающий поток воздуха для отвода тепла. Из недостатков жидкостных систем охлаждения применительно к использованию в электронных устройствах следует отметить возможность их разгерметизации. Но эта проблема решается предварительными испытаниями и грамотным монтажом.



Целью научного исследования, результаты которого отражены в данной статье, является оценка возможности перехода от воздушной системы охлаждения системного блока компьютера к жидкостной системе охлаждения.

В процессе достижения цели были решены следующие задачи:

- разработка и создание экспериментального жидкостного охладителя (ватерблока) для процессора персонального компьютера;
- получение экспериментальных зависимостей отводимой мощности охладителя от расхода теплоносителя;
- выработка рекомендаций по практическому применению полученных теоретических и экспериментальных данных.

Работа выполнялась на базе учебно-научной лаборатории «Импульсные системы тепло- и водоснабжения» при ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева». В соответствии с поставленными выше задачами исследования для оценки эффективности работы жидкостной системы охлаждения персонального компьютера в сопоставлении с воздушной системой охлаждения был изготовлен ватерблок из листового металла толщиной 3мм с двумя штуцерами G 1/4, предназначенных для обеспечения возможности его присоединялся к системе теплоотведения (рисунок 1,а).



а



б

Рис. 1. Теплообменник (ватерблок)

После успешных гидравлических испытаний ватерблок был установлен на процессор в штатное место крепления воздушного охладителя (рисунок 2). Перед тем как прикрепить данный ватерблок к процессору фирмы AMD, установленному на системной плате персонального компьютера, он был подвергнут предварительным гидравлическим испытаниям – через блок пропусклась вода с постепенным повышением давления до 10 атм (рисунок 1,б).

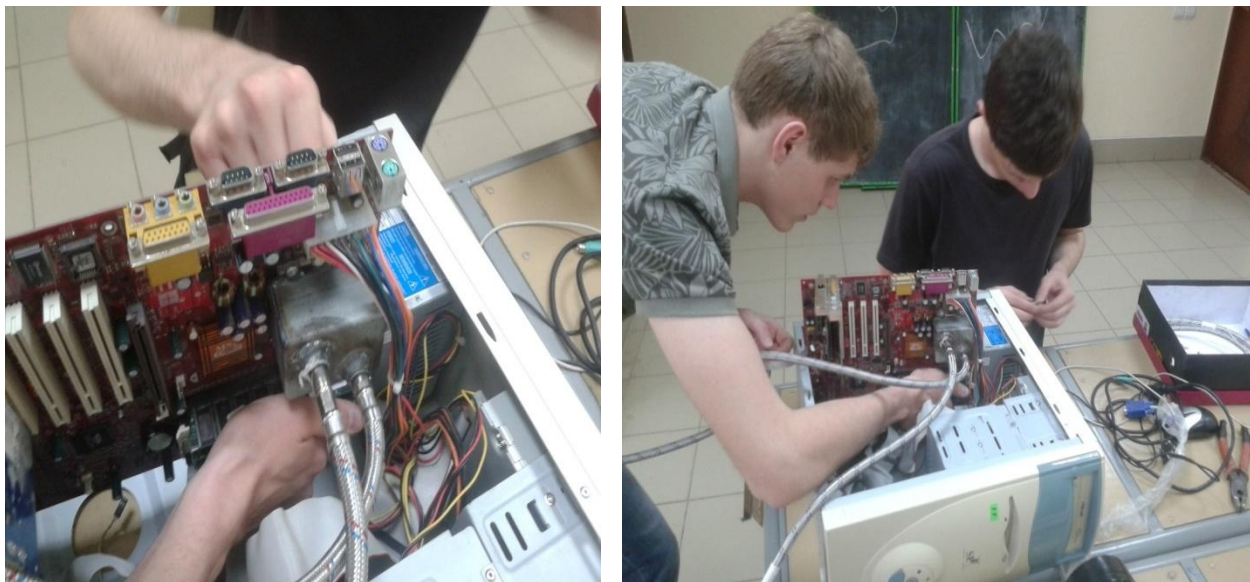


Рис. 2. Установка системы жидкостного охлаждения

Затем ватерблок был подключен к гидравлическому контуру [2], связанному с системой отвода тепла и устройствами для измерения давления, входной и выходной температуры, а также расхода теплоносителя (рисунок 3).



Рис. 3. Система жидкостного охлаждения компьютера

После этого был произведен запуск компьютера и сняты показания о температуре процессора при помощи программы Everest (рисунок 4).

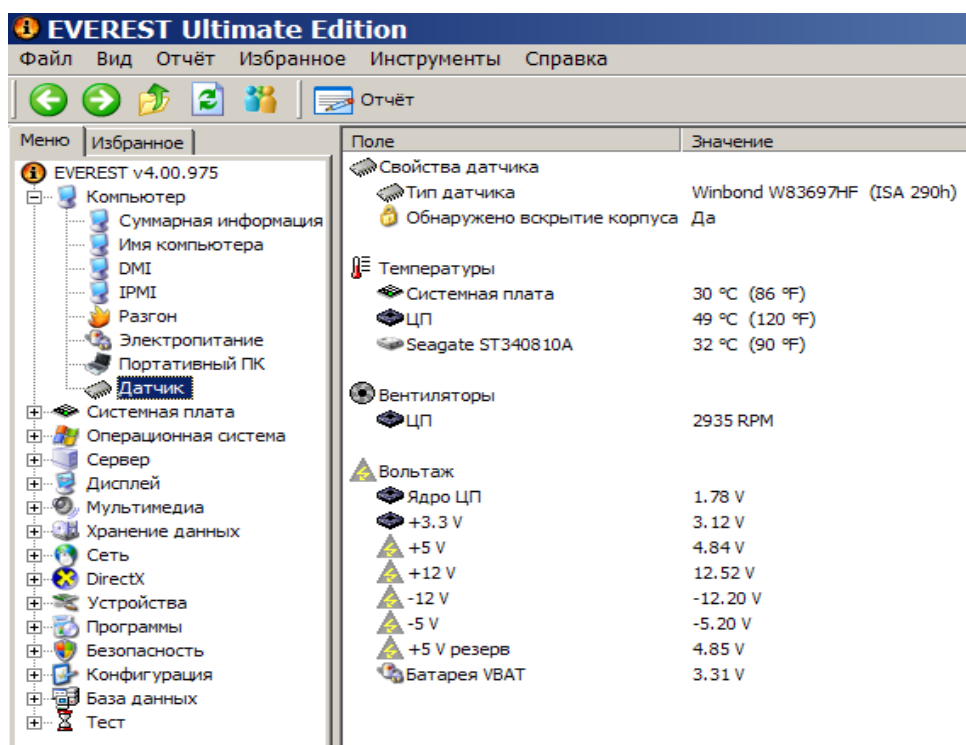


Рис. 4. Номинальные данные процессора

Затем был произведен ряд опытов, связанных с изменением расхода теплоносителя через ватерблок. Результаты эксперимента представлены на рисунке 5.

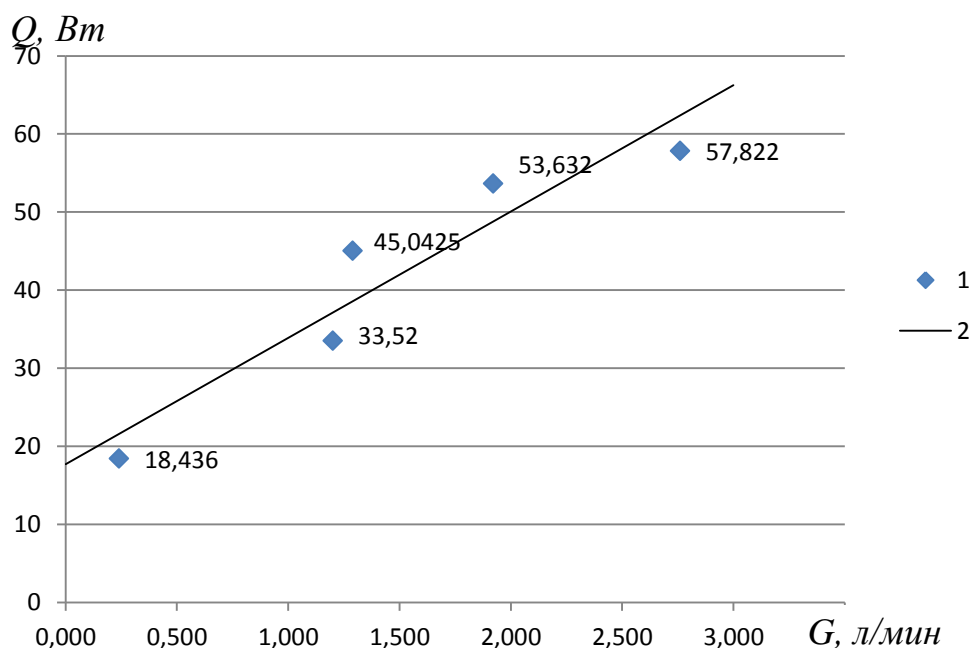


Рис. 5. Зависимость отводимой мощности от расхода теплоносителя через ватерблок:  
1 – экспериментальные данные; 2 – аппроксимация

Из рисунка 5 видно, что с увеличением расхода теплоносителя через ватерблок отводимая от процессора мощность увеличивается практически линейно. С учетом того, что большинство жидкостных систем охлаждения проектируются на расход жидкого теплоносителя, равный 3 л/мин [3], то максимальная мощность, которая может быть отведена от данного процессо-

ра изготовленным ватерблоком, составляет около 65 Вт. Это не много, но вполне достаточно, чтобы обеспечить стабильную работу данного процессора, в том числе под нагрузкой.

#### Список литературы

1. Исакеев, А.И. Эффективные способы охлаждения силовых полупроводниковых приборов / А. И. Исакеев, И. Г. Киселев, В. В. Филатов. – Л. : Энергоиздат. Ленингр. отд-е, 1982. – 136 с.

2. Пат. на изобретение 2548239 Российская Федерация, МПК F25B 19/04. Система жидкостного охлаждения полупроводниковых приборов / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, С. Н. Макеев, С. И. Храмов, Я. А. Нарватов ; заявитель и патентообладатель гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва». – № 2013145356/06 ; заявл. 09.10.2013 ; опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11.

3. Пат. на изобретение 2563946 Российская Федерация, МПК F28D 7/00. Теплообменник / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, С. Ф. Кудашев, С. И. Храмов ; заявитель и патентообладатель федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва». – № 2014144693/06 ; заявл. 05.11.2014 ; опубл. 27.09.2015, Бюл. № 27.

4. Пат. на изобретение 2566679 Российская Федерация, МПК H01L 23/42, H01L 23/473, H05K 7/20. Система жидкостного охлаждения силового полупроводникового прибора / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, С. Н. Макеев, М. С. Ивкин, А. М. Зюзин ; заявитель и патентообладатель ЧОУ ДПО «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО». – № 2014131432/07 ; заявл. 29.07.2014 ; опубл. 27.10.2015, Бюл. № 30.

5. Пат. на полезную модель 161213 Российская Федерация, МПК H01L 23/46. Система жидкостного нагрева и охлаждения силовых полупроводниковых приборов / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, М. С. Тутаров ; заявитель и патентообладатель федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва». – № 2015150904/28 ; заявл. 26.11.2015 ; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10.

6. Levitsev, A. P. Pulsating heat transfer enhancement in the liquid cooling system of power semiconductor converter / A. P. Levitsev, A. N. Makeev , S. F. Kudashev // Indian Journal of Science and Technology. – March 2016. Vol. 9(11). – P. 1-5. DOI: 10.17485 / ijst / 2016 / v9i11 / 89420 ; URL: [http : // www.indjst.org / index.php / indjst / article / view / 89420 / 68096](http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/89420/68096) (дата обращения: 30.01.2017).

## ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

*Гайсин И.А.*

аспирант кафедры высокоэнергетические процессы и агрегаты,  
Набережночелнинский институт (филиал) КФУ,  
Россия, г. Набережные Челны

*Исрафилов И.Х.*

профессор кафедры высокоэнергетические процессы и агрегаты, д.т.н.,  
Набережночелнинский институт (филиал) КФУ,  
Россия, г. Набережные Челны

*Галиакбаров А.Т.*

доцент кафедры высокоэнергетические процессы и агрегаты, д.т.н.  
Набережночелнинский институт (филиал) КФУ,  
Россия, г. Набережные Челны

Статья посвящена исследованиям тепловых процессов, проходящих при нагреве большого объема масла в электрических фритюрницах непрерывного действия производительностью до 150 кг/ч, а также при обжарке пищевых продуктов. В статье приведены результаты экспериментальных исследований процесса нагрева двухзонной фритюрницы, методика их проведения.

*Ключевые слова:* фритюр, жарка, температура, температура, термопара.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Фритюрница – это специализированные жарочные аппараты, предназначенные для жарки кулинарных изделий в большом количестве масла

Существующее специализированное оборудование для жаренья во фритюре, как правило, не отвечает современным требованиям. Основной причиной перечисленных недостатков оборудования является отсутствие надежных методов расчета и принципов конструирования подобных аппаратов, что обуславливает необходимость проведения всесторонних исследований процессов тепло – и массопереноса для получения расчетных формул и разработки на их основе эффективных аппаратов для жаренья во фритюре [1].

### 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом экспериментального исследования была двухзонная электрическая фритюрница непрерывного действия, реализующая традиционный способ жарки пищевых продуктов, производительностью до 150 кг/ч.

Измерение температуры технологических сред при разогреве фритюрницы производилось хромель-копелевыми термопарами с термоэлектродами 0,2 мм. Измерение температуры проводилось на поверхности масла в непосредственной близости стенок емкости фритюрницы и в центре объема масла [2].



При эксперименте также были сняты показания температуры масла при обжарки мучных пищевых продуктов (рисунок 2).

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных экспериментов в периоды разогрева фритюрного масла (рисунок 1) и обжарки мучных пищевых продуктов были получены зависимости температуры от времени протекания процесса  $\tau$  ( $\times$  – температура в центре объема масла,  $\blacklozenge$  – температура на поверхности масла) и теплофизического параметра теплопереноса ( $*$  – коэффициент теплоотдачи от поверхности трубчатых электронагревателей к маслу).

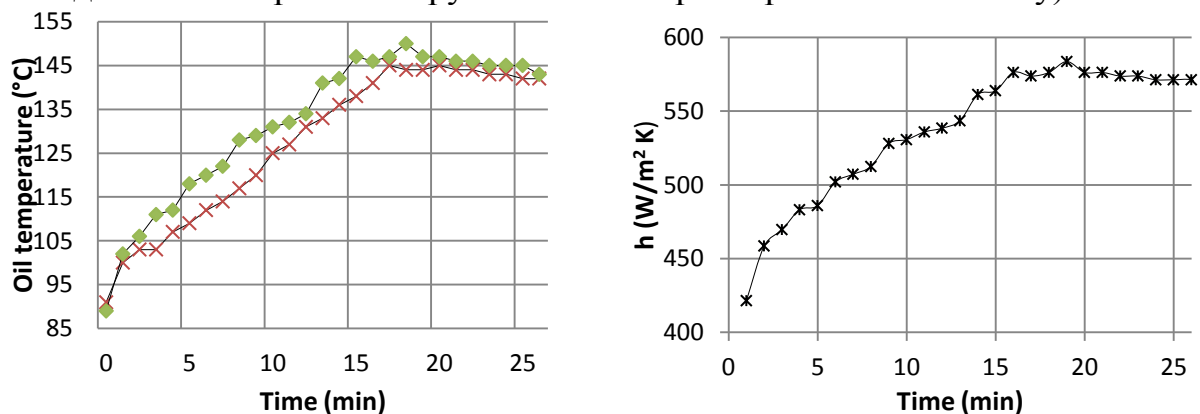


Рис. 1. Зависимость температуры от времени протекания процесса в период нагрева масла

В соответствии с экспериментальными данными рис. 1, 2 периоды нагрева и обжарки продуктов можно разбить на более мелкие этапы. На первом этапе трубчатые электронагревательные (далее ТЭН) элементы нагревали фритюрное масло до необходимой температуры обжарки. Нагрев масла и достижение необходимой температуры во фритюрнице можно считать началом 2-го технологического периода работы.

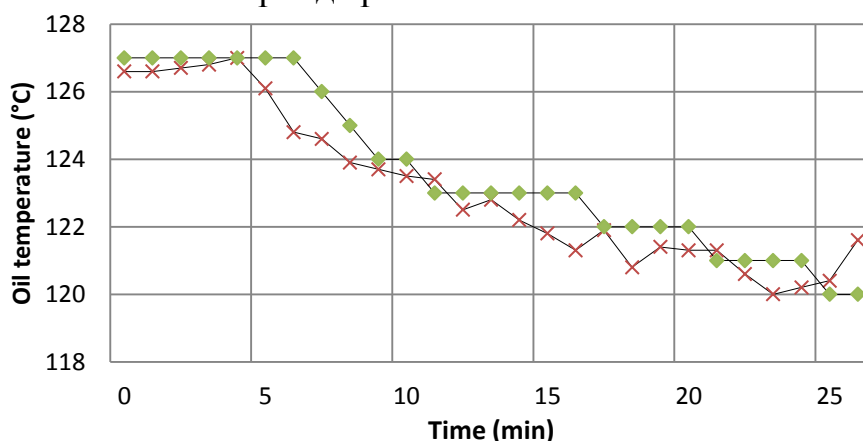


Рис. 2. Зависимость температуры от времени протекания процесса в период обжарки тестовых заготовок во фритюре

### 4. ВЫВОДЫ

Полученные результаты позволяют вплотную подойти к созданию методики теплотехнического расчета электрических фритюрниц непрерывного действия при изменении физико-химических параметров пищевых продуктов.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенных исследований мы установили реальные тепловые режимы обработки пищевых продуктов в двузонной фритюрнице непрерывного действия. Выяснили как изменяется температура масла в процессе обжарки пищевых продуктов.

### Список литературы

1. Ибрафиллов И.Х., Галиакбаров А.Т., Юнусов Э.Р., Гайсин И.А., Сарапулова Ю.В., Самигуллин А.Д. Расчетное и экспериментальное исследование тепловых процессов во фритюрнице // Проектирование и исследование технических систем Межвузовский научный сборник. Министерство образования и науки РФ, ГОУ ВПО "Камская государственная инженерно-экономическая академия". Набережные Челны, 2012. С. 126-131.
2. Gaysin I.A., Sarapulova J.V., Israfilov I.K., Galiakbarov A.T. Patterns of food thermal processing in electric deep fat fryers ireka. Gaysin // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 24. С. 44791-44794.

## 1-WIRE-СЕТИ

*Галкин С.Ю., Карпова Н.М., Вальс В.И.*

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

В статье рассмотрены вопросы, связанные с кратким анализом 1-Wire-сетей.

*Ключевые слова:* 1-Wire-сети, информационная сеть, скорость обработки.

В настоящее время 1-Wire-сети нашли самое широкое применение в различных областях [1-6]. 1-Wire-net представляет собой информационную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну линию данных (DATA) и один возвратный (или земляной) провод (RET). Для реализации среды обмена этой сети могут быть применены доступные кабели, содержащие неэкранированную витую пару той или иной категории, и даже обычный телефонный провод [7, 8]. Такие кабели при их прокладке не требуют наличия какого-либо специального оборудования, а ограничение максимальной длины однопроводной линии регламентировано разработчиками на уровне 300 м.

Основой архитектуры 1-Wire-сетей является топология общей шины, когда каждое из устройств подключено непосредственно к единой магистрали, без каких-либо каскадных соединений или ветвлений. При этом в качестве базовой используется структура сети с одним ведущим или мастером и многочисленными ведомыми. Хотя существует ряд специфических приемов организации работы однопроводных систем в режиме мультимастера [9-11].

Конфигурация любой 1-Wire-сети может произвольно меняться в процессе ее работы, не создавая помех дальнейшей эксплуатации и работоспособности всей системы в целом, если при этих изменениях соблюдаются основные принципы организации однопроводной шины. Эта возможность до-

стигается благодаря присутствию в протоколе 1-Wire-интерфейса специальной команды поиска ведомых устройств (Поиск ПЗУ), которая позволяет быстро определить новых участников информационного обмена. Стандартная скорость отработки такой команды составляет  $\sim 75$  узлов сети в секунду.

Благодаря наличию в составе любого устройства, снабженного 1-Wire-интерфейсом, индивидуального адреса (отсутствие совпадения адресов для компонентов), такая сеть имеет практически неограниченное адресное пространство. При этом каждый из однопроводных компонентов сразу готов к использованию в составе 1-Wire-сети, без каких-либо дополнительных аппаратно-программных модификаций.

Однопроводные компоненты являются самотактируемыми полупроводниковыми устройствами, в основе обмена информацией между которыми лежит управление длительностью импульсных сигналов в однопроводной среде и их измерение. Передача сигналов для 1-Wire-интерфейса – асинхронная и полудуплексная, а вся информация, циркулирующая в сети, воспринимается абонентами либо как команды, либо как данные. Команды сети генерируются мастером и обеспечивают различные варианты поиска и адресации ведомых устройств, определяют активность на линии даже без непосредственной адресации отдельных компонентов, управляют обменом данными в сети и т.д.

Стандартная скорость работы 1-Wire-сети, изначально нормированная на уровне 16,3 Кбит/с, была выбрана, исходя из обеспечения максимальной надежности передачи данных на большие расстояния, а также, с учетом быстродействия наиболее широко распространенных типов универсальных микроконтроллеров, которые в основном должны использоваться при реализации ведущих устройств 1-Wire-шины. Эта скорость обмена может быть снижена до любой возможной, благодаря введению принудительной задержки между передачей в линию отдельных битов данных (растягиванию временных слотов протокола). Увеличение скорости обмена выше 16,3 Кбит/с приводит к сбоям и ошибкам при работе на 1-Wire-магистральной линии длиной более 1 м.

Однако если длина 1-Wire-линии не превышает 0,5 м, то скорость обмена может быть значительно увеличена за счет перехода на специальный режим ускоренной передачи (Overdrive – до 125 Кбит/с), который допускается для отдельных типов однопроводных компонентов. Как правило, такой режим обмена аппаратно реализован для однопроводных компонентов, имеющих большой объем встроенной памяти, предназначенных для эксплуатации на небольшой, но качественной и не перегруженной другими устройствами 1-Wire-линии. Типичным примером таких компонентов являются микросхемы семейства iButton.

При реализации 1-Wire-интерфейса используются стандартные КМОП/ТТЛ логические уровни сигналов, а питание большинства однопроводных компонентов может осуществляться от внешнего источника с рабочим напряжением в диапазоне от 2,8 В до 6,0 В. Причем такой источник может быть расположен либо непосредственно возле компонента (например,



батарея в составе микросхем iButton), либо энергия от него может поступать по отдельной линии 1-Wire-магистрали. Альтернативой применению внешнего питания служит так называемый механизм «паразитного питания», действие которого заключается в использовании каждым из ведомых компонентов 1-Wire-линии электрической энергии импульсов, передаваемых по шине данных, аккумулируемой затем специальной, встроенной в микросхему емкостью. Кроме того, отдельные однопроводные компоненты 1-Wire-сетей могут использовать особый режим питания по шине данных, когда энергия к приемнику поступает непосредственно от мастера по шине DATA магистрали, при этом обмен информацией в сети принудительно прекращается.

Достоинством 1-Wire-технологии является исключительная простота настройки, отладки и обслуживания сети практически любой конфигурации, построенной по этому стандарту. Для начала работы достаточно любого персонального компьютера, недорогого адаптера 1-Wire-линии, а также одной из свободно распространяемых тестовых программ: либо оболочки iButton Viewer, либо пакета разработчика OneWireViewer. При наличии этого небольшого числа составляющих организация функционирования 1-Wire-сети практически любой сложности, построенной на базе стандартных однопроводных компонентов, реализуется в течение нескольких минут. Возможности, предоставляемые программами iButton Viewer и OneWireViewer, позволяют идентифицировать любое из ведомых однопроводных устройств на 1-Wire-линии и проверить правильность его функционирования в составе конфигурируемой 1-Wire-сети.

#### Список литературы

1. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей [Текст] / И.Э. Грибут, В. М. Артюшенко, Н.П. Мазаева, М.В. Виноградова, З.И. Панина, Л.А. Васильева, А.А. Ларионова, Н.М. Елизарова, Н.М. Корсунова, Е.В. Поворина / учебник для студентов высших учебных заведений – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2009. – 476 с.
2. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASNET [Текст] / Монография, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2006. – 138 с.
3. Артюшенко, В. М. Сбор и обработка виброакустических процессов на борту ракетно-космической техники [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Бекетов, С.В. Кузьмин, А.Ю. Майданов, А.П. Мороз, В.И. Привалов // Приволжский научный вестник. – 2014. – №4 (32). С. 23-28.
4. Артюшенко, В. М. Информационное обеспечение деятельности предприятий автосервиса [Текст] / В. М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2009. – №4. – С. 3-10.
5. Артюшенко, В. М. Оценка погрешности измерения параметров движения протяженных объектов в условиях изменяющейся дальности / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2015. Т.58. №1(631). С. 26-37.
6. Артюшенко, В. М. Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Радиотехника. – 2015. – №2. С. 76-82.
7. Артюшенко, В. М. Расчет и проектирование структурированных мультисервисных кабельных систем в условиях мешающих электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова: учебное пособие / под ред. д.т.н., профессора Артюшенко В.М. – Королев МО: ФТА, 2012. – 264 с.

8. Сервис и туризм / Т.Н. Ананьева, А.А. Абдурахманов, А.А. Агеев, В.М. Артюшенко, В.Э. Багдасарян, Н.В. Буланова, С.А. Бурцев, М.Я. Веселовский, С.К. Волкова, А.Ю. Гаврилов, О.Я. Гойхман, Л.К. Гори, Н.А. Горячева, В.Д. Диденко, А.В. Донникова, Н.А. Зайцева, Т.И. Зворикина, Е.М. Кульбаций, Т.М. Кривошеева и др. – М.: Альфа-М, 2008. 432 с.

9. Артюшенко, В. М. Проектирование сетей подвижной связи с кодовым разделением каналов [Текст] / В.М. Артюшенко: монография – ФГБОУ ВПО ФТА. – М., 2012. – 204 с.

10. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.

11. Артюшенко, В. М. Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 4(32). – С. 42-45.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

***Гвоздева М.А.***

магистрант кафедры «ПАХТ»,  
Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

***Суфиянов Р.Ш.***

профессор кафедры «ПАХТ», д-р техн. наук, доцент,  
Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

Рассмотрены экологические проблемы, возникающие при эксплуатации, ремонте и обслуживании железнодорожного транспорта.

*Ключевые слова:* железнодорожный транспорт, экологическая безопасность.

Железнодорожный транспорт является одним из основных видов транспорта России с развитой инфраструктурой, что позволяет практически без сбоев обеспечивать пассажиропоток и доставлять грузы на большие расстояния. Несмотря на относительную экологичность данного вида транспорта, в результате проведения технологических процессов при эксплуатации, ремонте и обслуживании подвижного состава, образуется значительное количество отходов, содержащих нефтепродукты, тяжелые металлы и другие опасные отходы [5, 6].

К проблемным объектам железнодорожного транспорта, с экологической точки зрения, относят: промывочно-пропарочные пункты, обслуживающие наливной подвижной состав; пункты дезинфекции вагонов, перевозящих биологически опасные вещества и животных; щебеночные и шпалопропиточные заводы; вагонные и локомотивные депо; подвижной состав для перевозки нефтепродуктов и взрывчатых веществ, пункты отстоя состава и т.д.

Железнодорожные трассы влияют на экологическую безопасность и в ситуациях, когда пересекают установившиеся пути миграции животных, в

случаях изъятия под железные дороги земель сельскохозяйственного назначения, при недостаточной прочности железнодорожных сооружений, при воздействии на людей излучений, вибраций, шума от подвижного состава.

Строительство железнодорожных магистралей, сооружений и предприятий должно выполнять требования по охране окружающей природной среды, по рациональному пользованию природных ресурсов, которые изложены в природоохранных законах РФ, СНиПах и ГОСТах в сфере охраны природы [1, 4]. Перед тем, как размещать объекты железнодорожного транспорта, следует составлять материальный баланс производственно-хозяйственной деятельности предприятия, проанализировав возможности природы к самоочищению и на стадии проектирования решать вопросы поддержания равновесия в природе, исключения вредного воздействия деятельности проектируемого объекта на окружающую природную среду за счет природоохранных мероприятий.

В районах расположения объекта загрязнение окружающей природной среды регламентируется нормами предельно допустимых сбросов и выбросов, установленными органами охраны окружающей среды. В том числе регламентируются предельно допустимые стоки, предельно допустимые нагрузки отходов производства на почвы. Нарушение установленных нормативов сбросов, выбросов, захоронения вредных веществ, в том числе, возникновение угрозы здоровью людей влечет за собой приостановление, прекращение или ограничение деятельности объектов на период, требуемый для проведения организационных, технических и технологических мероприятий для восстановления окружающей среды.

При нарушении указанных требований охраны окружающей природной среды деятельность объекта приостанавливают письменным предписанием от органов санитарного надзора или охраны природы. При этом не допускается перепрофилирования деятельности экологически опасных объектов без согласования с комитетами по охране окружающей природной среды и органами санитарного надзора.

Экологическая безопасность должна также соблюдаться и при транспортировке железной дорогой взрывоопасных и химических веществ. При перевозке этих веществ следует строго соблюдать установленные правила и нормы. На объектах железнодорожного транспорта, таких как вокзалы, пункты обработки составов, перевозящих животных, прачечные, требуется соблюдать установленные нормативы предельно допустимых концентраций в среде обитания грибков, вирусов, микробов и прочих видов биологических веществ, утвержденные санитарно-эпидемиологическим надзором.

Разработаны основные направления для экологической безопасности объектов транспорта. К ним относятся следующие:

- разработка и применение производственного оборудования и технологических процессов, оказывающих самое минимальное вредное воздействие на природу и направленных на сбережение природных ресурсов;

- оптимизация потребления ресурсов при создании малоотходных и безотходных технологий, комплексного использования энергии и материальных ресурсов;
- создание замкнутой системы водопользования, системы рекуперации воздуха, рациональной формы сбора, хранения, обезвреживания токсичных и других вредных видов отходов;
- рациональное использование топливных природных ресурсов;
- рациональное использование ландшафтов, земли, водных бассейнов, сбережение животного и растительного мира;
- использование энергии ветра, солнца, термальных подземных вод;
- создание на производствах средств защиты окружающей природной среды (почвы, воды, воздуха) от разных видов загрязнений;
- создание зон озеленения с целью нормализации атмосферного воздуха;
- вторичное использование и переработка отходов для применения в производстве и в хозяйственно-бытовой деятельности населения;
- создание пунктов экологического контроля для мониторинга экологического состояния железнодорожных предприятий и подвижного состава, разработки взаимосвязи и возможности двусторонней передачи информации от экологов на соответствующие службы станций (и наоборот), для наладки оборудования [3].

Наиболее частыми сочетаниями опасных факторов, которые приводят к авариям и экологическому риску, являются разные виды перегрузок, неудачные проектные решения, температурные воздействия, нарушение режимов и правил эксплуатации оборудования, старение и усталость материала. Факторами экологических рисков при функционировании объектов железнодорожного производства служат взрывы, пожары, разгерметизация емкостей со взрывчатыми и ядовитыми веществами.

Значительное количество загрязняющих биосферу веществ выделяется при ремонте подвижного состава. Приведем расчеты выбросов вредных веществ применительно к ремонту вагонов –зерновозов.

Количество годовых валовых выбросов в атмосферу (паров растворителей, разбавителей с малярных, отделочных цехов) определяют по формуле:

$$Q_p = \frac{P_a}{100} B_{\text{л}} (1 - m_y),$$

где  $P_a$  – процентное содержание летучей части в лакокрасочных материалах, %;

$a$  – условное обозначение растворителя (разбавителя);

$B_{\text{л}}$  – годовой расход ЛКМ, т;

$m_y$  – коэффициент интенсивности изъятия вредных веществ вентиляционной установкой. В таблице приведены некоторые нормы расходов материалов на ремонт вагонов-зерновозов в депо.

Таблица

**Расход материалов на вагонов-зерновозов**

Наименование	Марка материала	ГОСТ, ТУ	Норма расхода, кг
Бензин-растворитель (уайт-спирит)	С4-155/200	ГОСТ 3134-78	0,260
Грунт	Вега ЖД	ТУ 2312-013-23076885-03	2,000
Электроды Ф5 мм	УОНИИ 13/55	ГОСТ 9466-75	1,300
Электроды Ф3 мм	МР-3	ГОСТ 9466-75	1,500
Эмаль красная RAL 3020	ПФ-115	ГОСТ 6465-76	0,700
Эмаль белая RAL 9010	ПФ-115	ГОСТ 6465-76	0,160
Эмаль красно-коричневая RAL 8012	ПФ-115	ГОСТ 6465-76	2,700

Проведенные расчеты показывают, что суммарная масса выбросов за год составляет только по грунту -298,3 кг, по эмали 1276,3 кг и по растворителям 337 кг при годовой программе ремонта 1420 вагонов. И это данные только по трем загрязняющим веществам и для относительно небольшого предприятия, занимающегося ремонтом вагонов. В масштабах же всей страны, данная экологическая проблема гораздо более шире и значима.

Так, например, по данным Росстата и Росприроднадзора, общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2015 г. составил 31268,6 тыс. т, в т.ч. 17295,7 тыс. т – от стационарных источников и 13818,6 – от автотранспорта. Доля выбросов железнодорожного транспорта составила порядка 0,5% от общего объема выбросов (154,3 тыс. т) [2].

**Список литературы**

1. Влияние железнодорожного транспорта на экологию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/22626.html>
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». – М.: Минприроды России; НИИ-Природа, 2016. – 639 с.
3. Ключкова Е.А. Промышленная, пожарная и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте. – М.: УМЦ ЖДТ, 2008. – 456 с.
4. Лапицкий В.Н., Водясов П.И. Экологические аспекты железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.informio.ru/publications/id558/Yekologicheskie-aspekty-zheleznodorozhnogo-transporta>
5. Суфиянов Р.Ш. Обезвреживание нефтесодержащих отходов// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2010. № 5. С. 36-39.
6. Sufiyanov R.S., Katalymov A.V. Characteristic features of equipment layout for utilization of petroleum containing soils// Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2010. Т. 2. С. 34.

## АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ, РЕШАЕМЫХ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАДИОСИСТЕМ СВЯЗИ

*Горская Т.В., Тетерина А.А., Давидюк Д.Д.*  
магистранты по направлению «Прикладная информатика»,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с кратким анализом задач при математическом моделировании радиотехнических систем связи.

*Ключевые слова:* радиосистемы, радиоустройства, математическое моделирование.

Современный специалист при проектировании решает вопросы анализа и синтеза сложных радиосистем (РС) и радиоустройств (РУ) [1-6]. Круг задач при этом обширен и требует от него применения различных методов исследования. На первых этапах проектирования используются как аналитические методы, так и методы математического, физического и смешанного моделирования. На последующих этапах применяются полунатурные испытания, на завершающем этапе – натурные. Рассмотрим круг задач для моделирования на персональном компьютере (ПК) на примере радиосистемы связи (рис.), предназначенной для передачи информационного процесса (И).

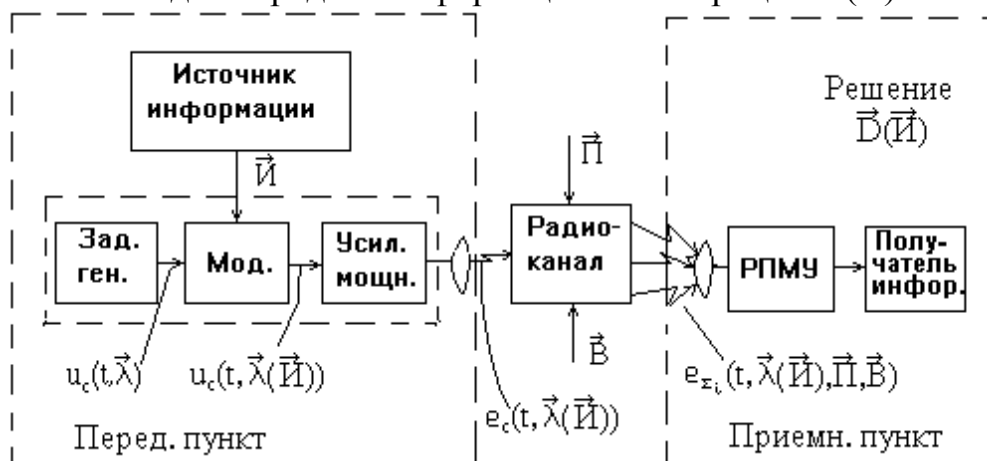


Рис. Моделируемая радиосистема связи

С помощью радиопередающего устройства (РПДУ) формируется информативный радиосигнал  $u_c[t, \vec{\lambda}(\vec{I})]$ , в котором полезная информация содержится в информационном (модулирующем) параметре  $\vec{\lambda}(\vec{I})$ . Электромагнитное поле радиосигнала  $e_c[t, \vec{\lambda}(\vec{I})]$ , распространяясь по радиоканалу (РК), далее обрабатывается радиоприемным устройством (РПМУ) и в виде некоторого решения поступает к потребителю информации.

Характерными особенностями радиосистемы связи являются [7-10]:

- разнообразие типов решения  $D(\vec{I})$ , которые РПМУ формирует на выходе при обнаружении, различении радиосигналов, измерении их параметров, фильтрации (демодуляции) параметра радиосигнала и так далее;
- многолучевость РК и наличие в нем турбулентных возмущений ( $\vec{B}$ ) и помех ( $\vec{P}$ ) естественного и искусственного происхождения;

- использование при приеме разнесенных в пространстве по частоте и времени антенно-фидерных устройств и так далее.

В соответствии с этим работа радиосистемы должна быть описана статистически, а входное воздействие РПМУ (смесь)  $u_x[t, \vec{\lambda}(I), B, P]$  является в общем случае векторным и зависит от указанных факторов.

При проектировании радиосистемы связи решаются, например, следующие задачи, в которых целесообразно применения методов моделирования.

1. Синтез РПМУ в рамках теории оптимальной временной фильтрации.
2. Синтез РПМУ как устройства оптимальной пространственно-временной фильтрации.

3. Синтез оптимального радиосигнала  $u_c[t, \vec{\lambda}(I)]$ .

4. Поиск квазиоптимальных РПДУ, РПМУ, удобных для практической реализации.

5. Оценка помехоустойчивости РПМУ различных типов или помехозащищенности (для преднамеренных помех).

6. Оценка эффективности разного типа помех для подавления РС.

7. Проектирование отдельных узлов РС.

Для решения перечисленных и других задач с успехом применяются методы математического моделирования на ПК.

Под моделированием понимается воспроизведение характеристик исследуемого (моделируемого) объекта на другом объекте (модели), специально созданном для изучения [11-13].

Моделируемыми объектами в примере на рис. являются радиосистема и ее составные части: радиоустройства и их узлы.

При физическом моделировании модель – физическая система, (например, макет радиоустройства). При математическом моделировании модель представляется в виде формул и соотношений, описывающих процессы в исследуемом объекте: в виде программы для цифровой вычислительной машины (ЦВМ) (цифровая модель).

Всякое математическое моделирование предполагает следующие этапы:

1. Составление математического описания моделируемого объекта.
2. Разработка цифровой или аналитической модели.
3. Проведение моделирования и обработки результатов моделирования.
4. Уточнение (при необходимости) модели по результатам третьего этапа.

На втором этапе моделирования должен быть выбран тип ПК, для чего необходимо учитывать особенности цифрового и аналитического моделирования. К преимуществам цифрового моделирования следует отнести: высокую точность расчетов, большую гибкость, больший динамический диапазон воспроизводимых сигналов и параметров модели, больший объем памяти и практически неограниченный срок хранения информации, более развитую логику в ЦВМ, удобство представления векторных величин.

Преимуществами аналогового моделирования являются: воспроизведение процессов в моделируемом объекте в реальном времени, меньшая стои-

мость машинного времени, простота генерации электрических сигналов и помех и их фильтрации в динамических системах. Возможно применение аналогово-цифрового моделирования на аналого-цифровой вычислительной машине (АЦВМ), когда реализуются положительные стороны того и другого методов.

#### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Проектирование сетей подвижной связи с кодовым разделением каналов [Текст] / В.М. Артюшенко: монография – ФГБОУ ВПО ФТА. – М., 2012. – 204 с.
2. Артюшенко, В. М. Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Радиотехника. – 2015. – №2. С. 76-82.
3. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASNET [Текст] / Монография, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2006. – 138 с.
4. Артюшенко, В. М. Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В.М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 4(32). – С. 42-45.
5. Артюшенко, В. М. Расчет и проектирование структурированных мультисервисных кабельных систем в условиях мешающих электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова: учебное пособие / под ред. д.т.н., профессора Артюшенко В.М. – Королев МО: ФТА, 2012. – 264 с.
6. Артюшенко, В. М. Анализ энергетических характеристик линий корпоративной сети спутниковой связи [Текст] / В.М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Информационно-технологический вестник. – 2014. – Т. 01, № 1. – С. 13-19.
7. Артюшенко, В. М. Оценка погрешности измерения параметров движения протяженных объектов в условиях изменяющейся дальности / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Радиозлектроника. – 2015. Т.58. №1(631). С.26-37.
8. Артюшенко, В. М. Сбор и обработка виброакустических процессов на борту ракетно-космической техники [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Бекетов, С.В. Кузьмин, А.Ю. Майданов, А.П. Мороз, В.И. Привалов // Приволжский научный вестник. – 2014. №4 (32). С. 23-28.
9. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
10. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей [Текст] / И.Э. Грибут, В. М. Артюшенко, Н.П. Мазаева, М.В. Виноградова, З.И. Панина, Л.А. Васильева, А.А. Ларионова, Н.М. Елизарова, Н.М. Корсунова, Е.В. Поворина / учебник для студентов высших учебных заведений – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2009. – 476 с.
11. Артюшенко, В. М. Анализ систем управления космическим летательным аппаратом [Текст] / В.М. Артюшенко, М.И. Видов // Информационные технологии. Радиотехника. Телекоммуникации. – 2011. – №1. – С. 18-29.
12. Артюшенко, В. М. Условия эффективного применения виртуальных лабораторий для инженерного образования [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, А.Э. Аббасов // В сборнике: Инновационные технологии в современном образовании сборник трудов по материалам II Международной научно-практической интернет-конференции. – 2015. – С. 12-19.
13. Аббасова, Т. С. Сервис информационных систем при аварийном планировании помех [Текст] / Т.С. Аббасова, В.М. Артюшенко // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. – 2010. – №4. – С. 68-74.



## **SAP HANA ENTERPRISE CLOUD – ПОНЯТИЕ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ**

**Графова Н.С., Старичихин М.Г., Храпов С.Д., Латипов О.О.**  
магистранты по направлению «Прикладная информатика»,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с функционированием информационной системы SAP HANA. Проанализированы принципы работы системы, ее основные преимущества.

*Ключевые слова:* внедрение, информационная система, облачные технологии, SAP HANA, CLOUD.

Облачная стратегия SAP лежит в основе SAP Cloud – концепции, которую определяют как «облако, созданное для бизнеса». HANA Enterprise Cloud – это достаточно новый, инновационный продукт, появившийся на рынке около трех лет назад.

Сегодняшние бизнес-пользователи должны намного быстрее реагировать на изменение ситуации у клиентов и на рынке. Им необходим динамический доступ к необработанным данным в реальном времени. SAP HANA предоставляет пользователям функции гибкого и оперативного моделирования данных путем создания нематериализованных ракурсов непосредственно для подробной информации.

SAP HANA сводит к нулю для пользователей время ожидания внесения изменений в модели данных и выполнения задач по администрированию базы данных, а также устраняет задержки, связанные с загрузкой резервного хранилища данных, необходимой для традиционных баз данных.

SAP HANA является современной платформой для аналитики и приложений в реальном времени. Она позволяет организациям анализировать бизнес-операции, использующие большой объем разнообразных подробных данных, в реальном времени – с точки зрения человека, буквально со скоростью мысли. Первые внедрения приложений SAP на базе SAP HANA показали, что время реакции системы при работе бизнес-пользователей составляет доли секунды, что открывает такие возможности, которые раньше невозможно было себе даже представить.

HANA Enterprise Cloud позволяет на этапе внедрения не инвестировать в капитальные затраты на решение, которое пока не опробовано – его можно взять в облаке и, изучив, принять обоснованное решение: оставаться в облаке или провести классическое внедрение и развертывание решения в рамках собственной ИТ-инфраструктуры компании.

Программный комплекс SAP HANA представляет собой гибкий многоцелевой и независимый от источника данных программный комплекс на базе технологии «in-memory», который объединяет компоненты программного обеспечения SAP, оптимизированные для аппаратных средств, предоставленных и поставленных ведущими технологическими партнерами SAP, в

частности Cisco, Dell, IBM, HP и Fujitsu, и использующих процессор Intel Xeon.

На SAP HANA можно разворачивать и весь ландшафт решений SAP в облаке, и отдельные системы или тестовые среды. Это зависит от бизнес-целей и IT-ландшафта клиента.

Есть два типа услуг HANA Enterprise Cloud: это облако на внедрение и продуктивное облако.

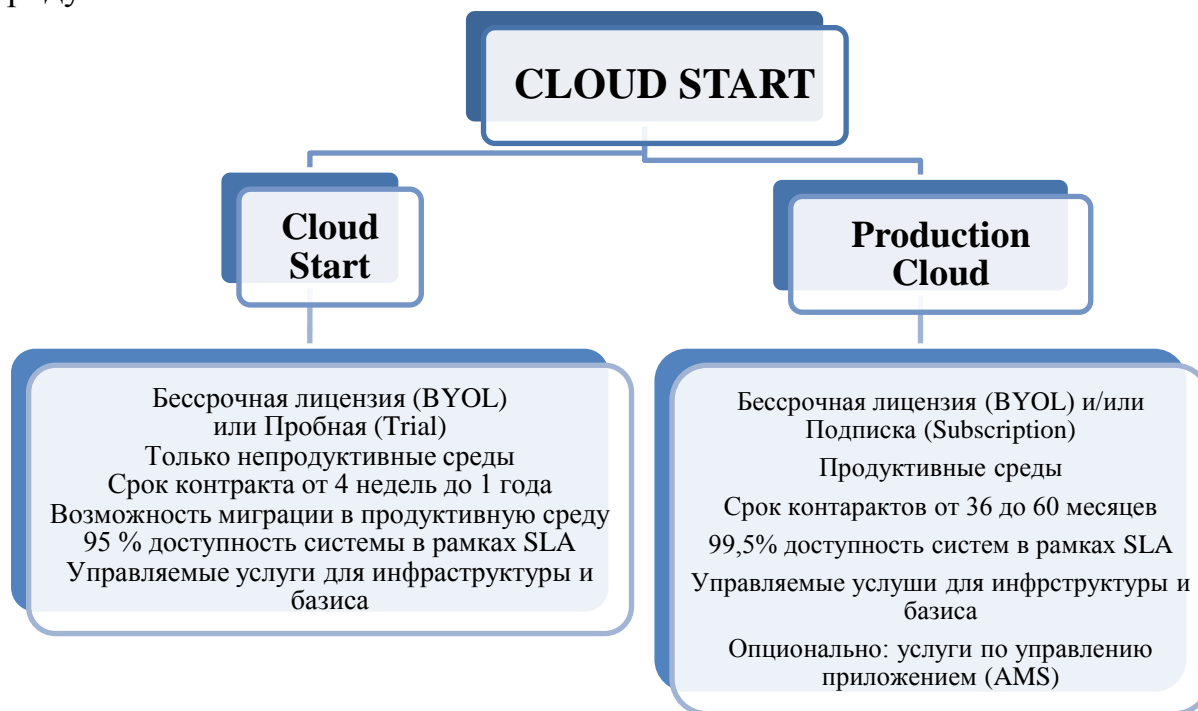


Рис. Типы услуг HANA Enterprise Cloud

В основе обеих моделей – понимание, что далеко не у всех клиентов есть возможность инвестировать в приобретение оборудования специально для развертывания HANA. Поэтому для минимизации рисков SAP разработала продукт Cloud Start, который позволяет на несколько недель предоставить инфраструктуру из облака: по сути, клиент может внедрить у себя SAP HANA с помощью опытных экспертов и разработчиков.

Затем можно начать пользоваться Production Cloud и развернуть свой ландшафт в облаке на SAP HANA в течение продолжительного времени. Достаточно гибкие условия, которые к тому же включают в себя определенные гарантии доступности действующих систем и приложений, размещенных в облаке.

Есть так же разные модели лицензирования в HANA Enterprise Cloud: компания SAP предоставляет клиентам возможность не только получить инфраструктуру, получить платформу, за которую будет SAP отвечать, но и использовать достаточно гибкие условия по лицензированию приложений самой HANA. Можно взять лицензии по подписке вместе с инфраструктурой только на HANA или вместе с приложениями, в зависимости от потребностей клиента. Это особенно привлекательно в нестабильные времена, когда клиентам, как правило, сложно выделять инвестиции на капитальные затраты –

лицензии или инфраструктуру, но им важно достаточно гибко управлять потребляемыми ресурсами и в случае необходимости легко выйти из проекта.

Путь в облако – и не только в HANA Enterprise Cloud, а в принципе переход к облачным технологиям – достаточно прост, но на первом этапе клиенту нужно понять текущее состояние своего ландшафта, а также требования к непрерывности бизнеса. Исходя из этого, можно сформировать требования по катастрофоустойчивости, затем провести оценку и миграцию, и после этого система уже «переезжает» в облако и работает оттуда в штатном режиме. Все эти процессы занимают от нескольких месяцев до года, но успешных миграций достаточно много – и в России в том числе.

SAP HANA Enterprise Cloud – это больше, чем хостинг. SAP берет на себя ответственность за работоспособность платформы и систем на ее основе. SAP не просто занимается хостингом и предоставлением инфраструктуры, железа для своих клиентов, а предлагает полный спектр облачных сервисов и инфраструктуры как полноценную замену корпоративному ЦОД.

При поддержке компании SAP решения клиентов в облаке могут быть развернуты достаточно быстро – за несколько недель.

Ключевые преимущества, которые предлагает HANA Enterprise Cloud:

- быстрый вывод продуктов на рынок;
- сокращение срока окупаемости внедрения;
- упрощение миграции,
- снижение затрат.

#### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин / под науч. ред. докт.техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.
2. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров / под науч. ред. докт.техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.
3. Локуциевский В.О. Особенности внедрения полнофункциональных информационных систем. Труды вольного экономического общества России. М., 2014. Т. 186.
4. Питеркин С.В., Оладов Н.А., Исаев Д.В. Практика применения ERP-систем, М.: Альпина Бизнес Букс, 2011.
5. Репин В. В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес – процессов. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013.
6. Шульц Олаф Практикум по SAP. Руководство для новичков и конечных пользователей, Эксперт РП, 2015. – 456 с.
7. Hermann Gahm and Thorsten Schneider ABAP Development for SAP HANA, SAP Press, 2016
8. Sebastian Schreckenbach SAP Administration – Practical Guide, 2011.
9. Материалы независимого портала <http://sapland.ru/>
10. Материалы с официального сайта компании SAP – <http://www.sap.com/>

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ

**Грищенко А.В., Славич А.В., Ручко К.А.**

магистранты кафедры организации перевозок и дорожного движения  
Дорожно-транспортного факультета, Донской государственной  
строительный университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

**Еремина Л.В.**

доцент кафедры организации перевозок и дорожного движения,  
канд. экон. наук, Донской государственной строительный университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

Управление инцидентами влечет за собой мероприятия направленные на расчистку дороги как можно скорее после инцидента. Обоснованием для управления инцидентом является повышение безопасности в различных группах риска вокруг места аварии, а также нормализация транспортного потока как можно быстрее. В статье рассматриваются базовые понятия инцидента и вводится термин «вязкое сопротивление».

*Ключевые слова:* инцидент, дорожно-транспортное происшествие, система управления инцидентами, интеллектуальные транспортные системы.

Инцидент – это событие, которое вызывает резкое ухудшение транспортных характеристик дороги. Соответственно, вызывает негативные последствия для дорожного движения, такие как увеличение времени в пути; увеличение задержек; падение скорости; увеличение расхода топлива; ухудшение экологической обстановки. Поэтому возникает высокая потребность в подсистеме службы оперативного реагирования.

Автоматическая идентификация инцидентов важна для лиц, причастных к происшествиям тем, что можно быстро вызвать спасательную команду и организовать спасательные мероприятия, также важна и для участников движения, которые на подъезде к инциденту. Для ограничения этой опасности необходимо вовремя идентифицировать происшествие и информировать водителей, подъезжающих к месту происшествия.

Инциденты необходимо ранжировать по срочности и важности:

- устранять инцидент срочно;
- не устранять инцидент срочно, но постоянно держать его на контроле;
- отложить устранение инцидента, но периодически контролировать его;
- игнорировать инцидент.

Трудоемкость устранения зависит от того, на какой стадии жизненного цикла инцидента мы его обнаружили. Инциденты, обнаруженные на ранних стадиях, устранить очень просто: они еще не обросли последствиями и еще не взаимодействуют друг с другом. Но по мере приближения инцидентов к кризисной ситуации трудоемкость их устранения начинает быстро возрастать. Для описания этого нам необходимо ввести точку на жизненном цикле инцидента, которую можно назвать «начало вязкого сопротивления». Если мы имеем дело с потоком инцидентов, то у каждого инцидента есть точка, в

которой последствия инцидента начинают размножаться и взаимодействовать с другими инцидентами и их последствиями, запуская своеобразную цепную реакцию. Эта точка обозначена на рис. 1. красным ромбом [1].



Рис. 1. Трудоемкость устранения инцидента и точка начала вязкого сопротивления

Типичным примером такой цепной реакции из инцидентов служит образование пробки на перегруженных в часы пик городских автомобильных дорогах.

Вязкое сопротивление – это свойство оказывать противодействие мероприятиям по управлению в условиях инцидента на дороге.

Управление Инцидентами в условиях Интеллектуальных Транспортных Систем (ИТС). Является важным вопросом в связи с тем что:

инциденты провоцируют образование заторов на улично-дорожной сети. Деятельность по управлению инцидентами включает в себя:

- быстрое реагирование на сигнал с места происшествия;
- выявление и подтверждение происшествия;
- патрулирование в дорожной сети для выявления и оказания на месте происшествия помощи для освобождения транспортных путей от неисправных и поврежденных транспортных средств;
- диспетчеризацию своевременного прибытия полиции, ремонтных транспортных средств и транспортных средств скорой помощи к месту происшествия для оказания помощи, освобождения путей движения и восстановления нормального функционирования транспортной сети [2].

При отсутствии четких инструкций на разных уровнях реагирования процесс превращается в стахостические попытки выявления устранения инцидентов. Управление инцидентами это сложный процесс, требующий от участников слаженной и точной работы.

В случае образования инцидентной ситуации на участке, при своевременном обнаружении и информировании участников движения можно избежать заторовой ситуации. При обеспечении распределения транспортного потока по альтернативным маршрутам, необходимо обеспечить наибольший процент посредством использования знаком с переменной информацией.

Как показано на рис. 2-3 с увеличением процента решивших воспользоваться альтернативными маршрутами скорость прохождения участка увеличивается.

В сравнение с изначальной средней скоростью 45 км/ч.

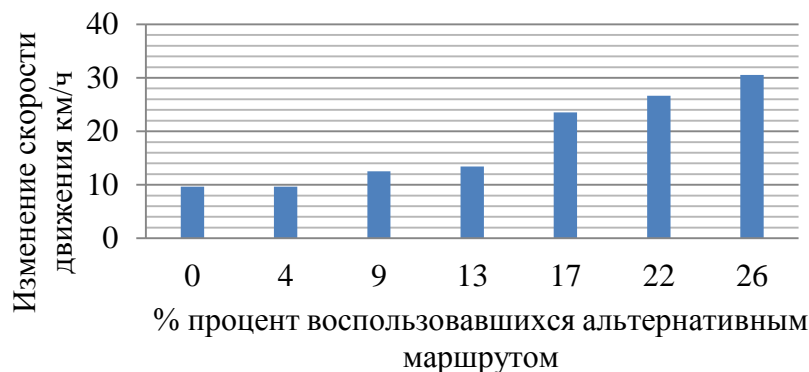


Рис. 2. Результаты моделирования

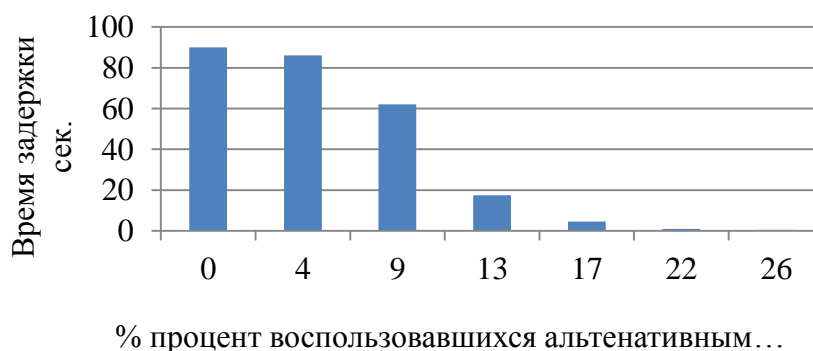


Рис. 3. Результаты моделирования

Согласно проведенному моделированию уже при 20% условия движения приближаются к нормальным, к до аварийным.

В совокупности с оперативным реагированием служб и качественной организацией движения на месте инцидента можно избежать образование заторовой ситуации, что благоприятно скажется на комфортабельности поездки и предотвратит образование вторичных инцидентов.

#### Список литературы

1. «Особенности национального управления. Сценарии управления инцидентами в разных моделях управления» [Электронный ресурс] – Режим доступ <http://consulting.1c.ru/e-journal>. – Загл. с экрана.
2. Victor L. Knoop «Road Incidents and Network Dynamics Effects on driving behaviour and traffic congestion» Printed in the Netherlands – 2009.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ СОПРЯГАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ ПЛУНЖЕРА СО ШТОКОМ НАСОСА ДЛЯ СЕРВИСА НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

***Гусенко В.А.***

магистрант кафедры «Машины и оборудование НГК»,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

***Киреев С.О.***

зав. кафедрой «МО НГК», д-р техн. наук, профессор,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

***Корчагина М.В.***

доцент кафедры «МО НГК», канд. техн. наук, доцент,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

***Кадеров Х.К.***

доцент кафедры «МО НГК», канд. техн. наук, доцент,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

Работа посвящена оптимизации формы и размеров сопрягаемых элементов узла крепления плунжера со штоком насоса для сервиса нефтегазовых скважин, спроектированного по патенту № 2016102010/06 САМОУСТАНОВЛИВАЮЩИЙСЯ СБОРНЫЙ ПЛУНЖЕР. В статье представлено описание указанной конструкции узла крепления плунжера со штоком, показаны ее преимущества по сравнению с существующими насосами. Поставленная задача выполнена, на основе анализа напряженно-деформированного состояния деталей узла при рабочем давлении насоса 105 МПа. Проведенные расчеты показали, что сопрягаемые детали узла крепления плунжера со штоком насоса самоустанавливающегося плунжера отвечают прочностным условиям контактных и нормальных напряжений. Одновременно выполнена проверка соответствия выбранного сечения гильзы плунжера условиям ее работы в пределах упругих деформаций. Конструкция проектируемого узла может применяться в насосах высокого давления для сервиса нефтегазовых скважин.

*Ключевые слова:* самоустанавливающийся плунжер, узел крепления плунжера со штоком, насосы высокого давления сервиса нефтегазовых скважин.

### **Введение**

Одним из основных методов повышения нефтеотдачи пластов при эксплуатации месторождений является гидроразрыв пласта (ГРП). Важнейшим элементом оборудования для ГРП являются насосные установки. Конструкции таких насосов постоянно совершенствуются в настоящее время наиболее отвечающими технологическим требованиям ГРП и обладающие достаточной долговечностью и надежностью являются насосы V поколения такие как

НТП-800, НТП-630, НТП-500, производимые ОАО «Ижнефтемаш» [2] и насосы НП-720, НП800 компании ЗАО «Траст-Инжиниринг» г. Ростов-на-Дону [5].

### Основная часть

Рассмотрим конструкцию насоса НП-720 компании ЗАО «Траст-Инжиниринг» г. Ростов-на-Дону как типичный образец плунжерных насосов высокого давления сервиса нефтегазовых скважин.

Гидравлическая часть состоит из кованого гидроблока с находящимися в нем всасывающими и нагнетательными клапанами, плунжерами с уплотнениями. Шток приводной части жестко присоединен к плунжеру насоса посредством хомута

Недостатком такой конструкции является соединение между плунжером и штоком без возможности изменения их расположения относительно друг друга в процессе сборки, а также отсутствие компенсации несоосности штока приводной и гидравлической части в радиальном и угловом направлении. Изготовление жесткого соединения накладывает высокие требования к точности изготовления деталей узла, что в свою очередь значительно повышает их стоимость, а малейшие отклонения приводят к преждевременному износу деталей.

Для устранения отмеченных выше недостатков существующего плунжерного насоса высокого давления сервиса нефтегазовых скважин была предложена самоустанавливающаяся конструкция узла крепления плунжера и штока [4], показанная на рисунке 1.

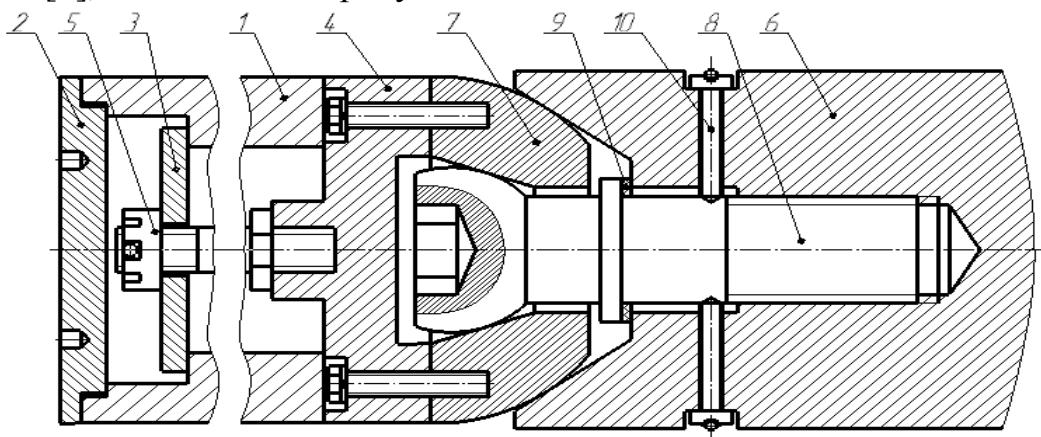


Рис. 1. Узел самоустанавливающегося плунжера:

гильза – 1, ступенчатая передняя крышка – 2, шайба – 3, задняя крышка – 4, шток – 6, фланец – 7, винт – 8, регулирующая прокладка – 9, резьбовые стопоры – 10

Особенностью конструкции плунжера является, с присоединение к штоку приводной части насоса посредством узла крепления, включающего жестко прикрепленный к задней крышке плунжера фланец с отверстием, винт, ввинченный в шток, содержащий со стороны, обращенной к фланцу 7, полость в форме усеченного конуса с резьбовым отверстием на его дне. Одновременно наружная поверхность фланца, обращенная к штоку, содержит сферический участок, сопряженный с конической частью полости штока, а



отверстие фланца является коническим. При этом, головка винта выполнена сферической, сопряженной с конической поверхностью в отверстии фланца.

Для детальной проработки конструкции узла крепления были выполнены прочностные расчеты, произведена оптимизация формы и подбор размеров сопрягаемых элементов в соединении штока с плунжером насоса.

### **Материалы и термообработка**

Характер работы насоса – высокое давление, применение пропанта подразумевает ускоренный износ плунжеров, клапанов, манжет и других деталей. Поскольку обычные плунжеры для насосов высокого давления, работающих в наиболее агрессивных средах, с буровым раствором, сероводородом, механическими примесями, кислотами, для гидроразрыва пласта, гидropескоструйной перфорации, цементирования, кислотной обработки и нагнетания различных жидкостей при работе на нефтяных и газовых скважинах.

Рассматриваемый узел имеет тяжелый режим работы, что накладывает особые требования на подбор материалов для изготовления ответственных деталей узла.

Известно, что конструкционные легированные стали имеют высокий предел текучести, малую чувствительность к концентраторам напряжений, в изделиях, работающих при многократном приложении нагрузок, высокий предел выносливости и достаточный запас вязкости [6]. Специальные виды термообработки позволяют получить твердость, до (50...60) HRC, при этом допускаемые контактные напряжения увеличиваются до двух раз, а нагрузочная способность до четырех раз по сравнению с нормализованными или улучшенными сталями. Возрастают также износостойкость и стойкость против заедания [3].

Применение поверхностной закалки токами высокой частоты (ТВЧ), обеспечивает 53...60 HRC, для закалки используют стали 40X, 40XH, 45 и др.

Цементация обеспечивает очень высокую твердость – 57...64 HRC. Для цементации применяют низкоуглеродистые стали, (сталь 15 и 20) и конструкционные легированные (20XH2M, 20X, 12XH3A, и др.). Использование легированных сталей позволит обеспечить повышенную прочность и предохранить поверхностный слой от продавливания при перегрузках.

Подберем материалы для деталей узла крепления плунжера и штока. Материал плунжера, чашки и задней крышки принимаем 40XH, термообработка: Улучшение + Закалка + ТВЧ Твердость 53...60 HRC.

Материал штока 20XH2M термообработка: Улучшение + Цементация конической рабочей части + Закалка. Твердость 57...64HRC.

### **Расчет прочности по контактными напряжениям**

Рассчитаем по условиям контактной прочности размеры сопрягаемых деталей чашка и шток, расчетная схема приведена на рисунке 2.

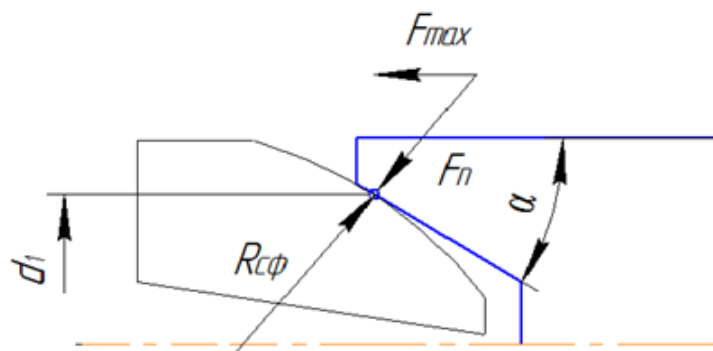


Рис. 2. Расчетная схема чашки и штока

Для расчета использованы следующие данные:

- диаметр плунжера в сборе  $D = 80, 90$  и  $100$  мм,
- давление нагнетания  $P = 105$  МПа,
- угол конусности штока  $\alpha = 30^\circ, 45^\circ$ ,
- диаметр контактной линии  $d_1 = 2R_1$ ,  $R_1 = R_{сф} \cdot \cos\alpha$ ; где радиус сферы  $R_{сф} = 38,59$  мм;
- модуль упругости для стали  $E = 2.1 \cdot 10^5$  МПа.

Для деталей цементированных, а также подвергнутых контурной закалке нагрева ТВЧ Допускаемые напряжения при максимальной нагрузке  $\sigma_{НРmax}$  на контактную прочность определяются по формуле

$$\sigma_{НРmax} = 44 \cdot HRC \quad (1)$$

Для рассматриваемых деталей необходимо соблюсти условие

$$\sigma_{НРmax} > \sigma_H,$$

где  $\sigma_H$  – допускаемые напряжения при нормальной нагрузке.

Допускаемые напряжения, при максимальной нагрузке рассчитанные по формуле (1) составили 2552 МПа, твердость материалов для упрощения расчетов принята одинаковой равной 58HRC.

Расчет контактных напряжений выполняется вместе соприкосновения фланца со штоком. Соприкосновение фланца и штока можно рассматривать как частный случай контакта цилиндра и плоскости. При этом контактные напряжения определяют по формуле (2) [3], а именно:

$$\sigma_H = 0,418 \sqrt{\frac{qE_{пр}}{\rho_{пр}}} \quad (2)$$

где  $E_{пр}$  и  $\rho_{пр}$  – приведенные модуль упругости и радиус кривизны.

В качестве  $\rho_{пр}$  – принимаем  $R$  сферы определяемый по формуле:

$$\frac{1}{\rho_{пр}} = \frac{1}{R_{сф}} + \frac{1}{\rho} \quad (3)$$

для  $\rho = \infty$  получаем

$$\rho_{пр} = R_{сф} \quad (4)$$

Воздействие на детали, конструкции, элементы механизмов может быть задано распределенными нагрузками: в плоской системе интенсивность действия задается по линии контакта, в пространственной системе по площади.

Распределенная нагрузка по линии контакта:

$$q = \frac{F_n}{\pi d_1} \quad (5)$$

где  $F_n$  – нормальная сила, направленная по линии контакта:

$$F_n = \frac{F_{\max}}{\sin \alpha} \quad (6)$$

$$F_{\max} = A_{\text{пл}} \cdot P \quad (7)$$

где  $A_{\text{пл}}$  – площадь торца плунжера, вычисляется по формуле:

$$A_{\text{пл}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \quad (8)$$

Здесь принимаем максимальный диаметр плунжера  $D=100$  мм, угол конусности штока  $45^\circ$ .

Распределенная нагрузка по линии контакта рассчитывается по формулам (5)...(8)

$$A_{\text{пл}} = 0,785 \cdot 100^2 = 7850 \text{ мм}^2;$$

$$F_{\max} = 7850 \cdot 105 = 824250 \text{ Н}$$

получаем

$$q = \frac{824250}{0,5 \cdot 3,14 \cdot 66,84} = 7857 \text{ Н/мм};$$

Для контактных напряжений по формуле (2), с учетом формул (4)-(8):

$$\sigma_H = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{7857 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{38,59}};$$

Максимальное контактное напряжение для рассматриваемого случая составляет  $\sigma_H = 2733$  МПа

Условие прочности  $\sigma_{H\text{рmax}} > \sigma_H$  не соблюдается, изменим угол конусности штока до  $30^\circ$ .

В этом случае распределенная нагрузка по линии контакта составит  $q = 5554$  Н/мм; соответственно

$$\sigma_H = 0,418 \cdot 5497 = 2298 \text{ МПа}$$

$$2552 \text{ МПа} > 2298 \text{ МПа}$$

Что удовлетворяет условию прочности  $\sigma_{H\text{рmax}} > \sigma_H$ .

### Подбор сечений по допускаемым напряжениям

Рассматриваемый узел в ходе работы испытывает напряжения сжатия, выполним проверочный расчет в опасных сечениях, показанных на рис 3.

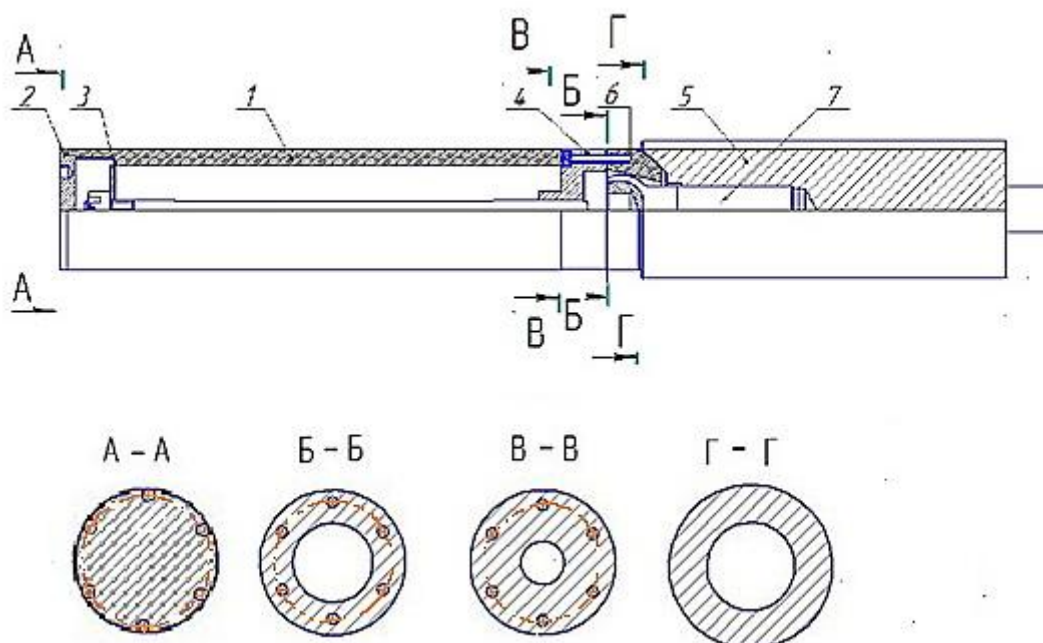


Рис. 3. Схема узла для расчета сечений

В качестве допускаемых напряжений примем предел текучести  $\sigma_T$ , получаем условие  $\sigma_{сж} < \sigma_T$ , где  $\sigma_{сж}$  – рабочие напряжения сжатия, МПа.

Рассчитаем напряжения сжатия, которые испытывают детали в процессе работы насоса [1]:

$$\sigma_{сж} = \frac{F_{max}}{A} \quad (9)$$

Здесь площадь –  $A$ , рассчитывается по формулам. Для кольцевого сечения

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - D_2^2) \quad (10)$$

Для кольцевого сечения ослабленного отверстиями

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - D_2^2) - n \frac{\pi}{4} (d_p + 1)^2 \quad (11)$$

где  $n$  – число и  $d_p$  – диаметр отверстий,

$D_1^2 - D_2^2$  – внешний и внутренний диаметры соответственно.

Рабочее давление нагнетания насоса составляет 105 МПа, из размерного ряда плунжеров применяемых для данного типа насоса наиболее нагруженным является плунжер диаметром 80 мм, расчеты производились для этого диаметра в опасных сечениях. Размеры сопрягаемых деталей проектируемого узла выбирались конструктивно.

Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица

Деталь	Сечение	$D_1$ мм	$D_2$ мм	$\sigma_{сж}$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа
Гильза	А-А	80	67	431	750
Чашка	Б-Б	67	39	301	750
Крышка задняя	В-В	80	67	411	750
Шток	Г-Г	90	67	290	800

Из расчета прочности всех составляющих деталей по сжимающим напряжениям, полученные результаты удовлетворяют условию  $\sigma_{сж} < \sigma_T$ .

## **Выводы**

Проведенные расчеты показывают, что сопрягаемые детали самоустанавливающегося плунжера отвечают прочностным условиям контактных и нормальных напряжений. В ходе проведенных расчетов произведена оптимизация формы конической части штока для его подвижного сопряжения с плунжером для компенсации возможной несоосности механической и гидравлической частей насоса. Конусность штока, при которой соблюдается условие контактной прочности составляет  $30^\circ$ . Кроме того произведены проверочные расчеты в опасных сечениях узла все рассмотренные сечения удовлетворяют условиям прочности.

Конструкция проектируемого узла в целом работоспособна и может применяться в насосах высокого давления для сервиса нефтегазовых скважин.

## **Список литературы**

1. Беляев Н.М. Сопротивление материалов / Н.М. Беляев – М.: изд-во “Наука”, 1965. – 856 с.
2. Даутов Т.М., Газаров Р.Е. Новое поколение плунжерных насосов высокого давления производства ОАО «Ижнефтемаш» / Т.М. Даутов, Р.Е. Газаров // Нефтяное хозяйство. – 2003. – № 7. – С. 92-96.
3. Иванов М.И. Детали машин: Учеб. для студентов высш. техн. учеб. заведений. – 5-е изд., перераб. / М.И. Иванов. – М.: Высш. шк., 1991. – 383 с.
4. Патент 166353 Рос.Федерация: F04B 53/14, F04B 15/04 Самоустанавливающийся сборный плунжер / С.О. Киреев, Х.К. Кадеров, М.В. Корчагина, В.А. Гусенко № 2016102010/06 заявл. 21.01.2016 Оpubл.20.11.2016 Бюл. № 32 2 с.
5. Попов В.П., Киреев С.О. Трехплунжерные насосы высокого давления / В.П. Попов, С.О. Киреев // Топливный рынок. – Июнь 2010. №6 – С. 92-96.
6. Штрейберг Г.К. Конструкционные материалы в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности / Г.К. Штрейберг, С.М. Перлин, Б.Ф. Шибряев.– М.: Машиностроение, 1969. – 396 с.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ**

*Давидюк Д.Д., Горская Т.В., Тетерина А.А.*  
магистранты по направлению «Прикладная информатика»,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с кратким анализом задач при математическом моделировании радиотехнических систем связи.

*Ключевые слова:* радиосистемы, радиоустройства, математическое моделирование.

Одной из трудных задач первого этапа моделирования является выбор моделирования [1-6]. Существует большое количество признаков, по которым различают методы математического моделирования (рис. 1) [7, 8].

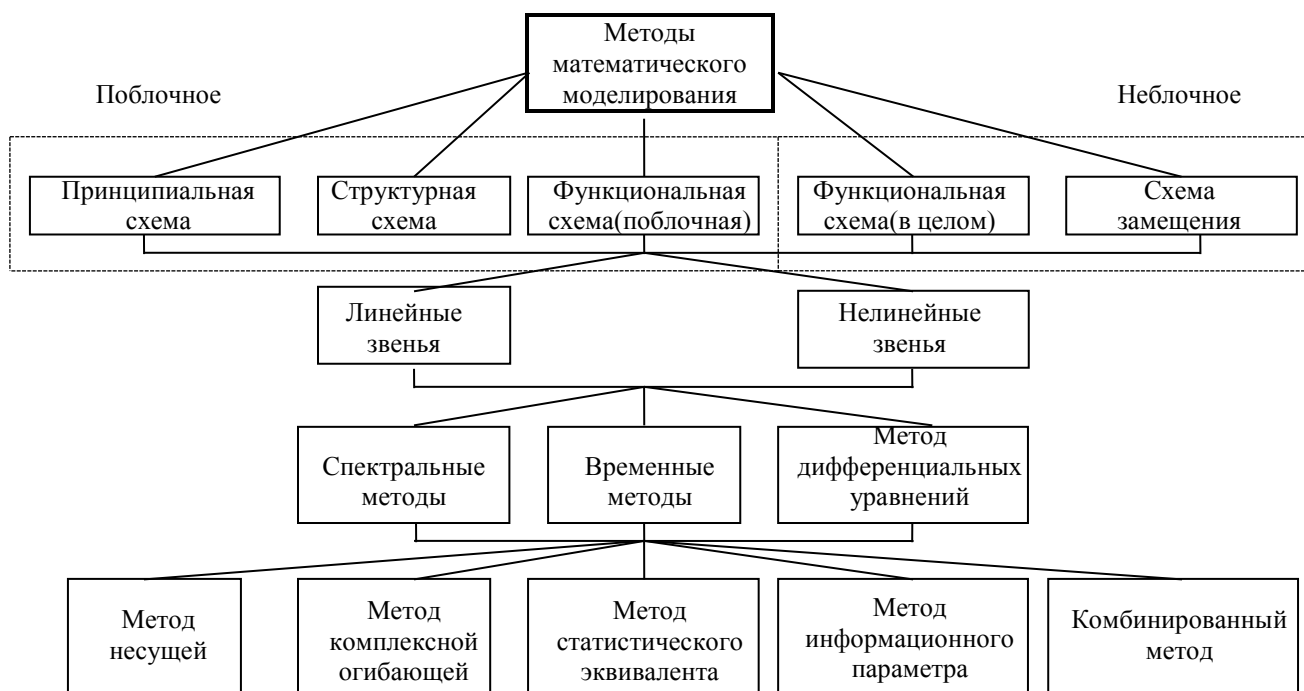


Рис. 1. Классификация методов математического моделирования

**1 признак.** Тип схемы, на основе которой составляется математическая модель радиоустройства (РУ). Различают функциональную, структурную, принципиальную и схему замещения. Моделирование возможно на основе:

- функциональной, поясняющей процессы в моделируемом устройстве, которая может быть: поблочной (для звеньев, узлов РУ); для изделия в целом;
- структурной, определяющей полный состав функциональных блоков устройства и их связь;
- принципиальной, представляющей полный состав пассивных и активных элементов устройства и их связь;
- схемы замещения, составляемой для упрощенного описания отдельных явлений в реальной схеме.

В соответствии с выбранным для моделирования типом схемы далее возможны два варианта: поблочное моделирование, когда моделируемое устройство разбивается на блоки и каждый блок моделируется отдельно; неблочное моделирование, когда моделирование осуществляется на основе математического описания РУ или РС в целом.

**2 признак.** Тип моделируемого звена. Различают следующие звенья:

1. Линейные звенья, описываемые линейными дифференциальными уравнениями (табл.): с постоянными коэффициентами у стационарных линейных звеньев; с переменными коэффициентами у нестационарных (параметрических) линейных звеньев.

Таблица

## Описание звеньев дифференциальными уравнениями

Название звена	Оператор преобразования	Название операции
Линейное БЗ а) $\tau = 0, k = 1$ б) $\tau = 0, k = -1$ в) $\tau = 0, k > 1$ г) $\tau = 0, k < 1$ д) $\tau \neq 0, k = 1$	(1) $y(t) = ku(t - \tau)$ (1а) $y(t) = u(t)$ (1б) $y(t) = -u(t)$ (1в) $y(t) = ku(t)$ (1г) $y(t) = ku(t)$ (1д) $y(t) = u(t - \tau)$	Повторение Инвертирование Усиление Ослабление Чистое запаздывание
Линейное ИЗ	$y(t) = \frac{du(t)}{dt}$ $y(t) = \int_0^t u(\tau) d\tau$ $y(t) = \int_0^t u(\tau)g(t - \tau) d\tau$	дифференцирование Интегрирование Фильтрация
Нелинейное БЗ	(3) $y(t) = \Psi[u(t)]$	Нелинейное функциональное преобразование
Сложное комбинированное звено	(4а) $y(t) = \int_0^t \Psi[u(t)]g(t - \tau) d\tau$ (4б) $y(t) = \int_0^t g(t - \tau) \times \Psi[\int_0^t u(\tau_1)g(t - \tau_1)] d\tau_1$	Нелинейное преобразование и фильтрация
Генерирование колебаний	(5) $y(t) = f(t)$	

2. Нелинейные звенья, описываемые нелинейными дифференциальными уравнениями, в том числе: безинерционные звенья (БЗ) нелинейные; инерционные звенья (ИЗ) нелинейные, среди которых различают: функциональные инерционные нелинейные звенья, разделяющиеся на безинерционное нелинейное и инерционное линейное звенья; нефункциональные инерционные нелинейные звенья, где такое разделение невозможно.

**3 признак.** Метод математического описания преобразования сигналов в моделируемых звеньях: метод дифференциальных уравнений; спектральный и операторный методы на основе преобразований Фурье и Лапласа; временные методы на основе интеграла Дюамеля и ортогональных разложений.

**4 признак.** Метод описания входных воздействий (сигналов, помех, смесей). Так, в качестве входных воздействий в модели могут фигурировать: низкочастотный сигнал  $s(t)$  или модулированный сигнал (радиосигнал)  $u_c[t, \lambda_c(t)]$ ; комплексная огибающая  $E_c(t)$  модулированного сигнала; информационный параметр  $\lambda_c(t)$ , заложенный в модулированный сигнал.

В зависимости от этого различают ряд важных методов моделирования: метод несущей, когда в качестве входного воздействия выбирается сигнал  $s(t)$  или радиосигнал  $u_c[t, \lambda_c(t)]$ ; метод комплексной огибающей, когда все сигналы и помехи постулируются в виде узкополосных сигналов и в качестве входных воздействий в модели берется их комплексная огибающая. Остальные методы связаны с моделированием входных воздействий высокочастот-

ных звеньев (радиозвеньев) с точностью до информационного параметра  $\lambda_c(t)$ , подлежащего выделению на выходе радиозвена либо непосредственно, либо в виде некоторой функции  $z[t, \lambda(t)]$ . Кроме того существуют такие методы как:

1. Формульный метод, когда аналитически удается получить функциональную связь  $z[t, \lambda(t)] = F_t\{\lambda(t), u_c(t), u_n(t) \dots\}$ , где  $F_t$  – некоторый функционал, и осуществлять моделирование непосредственно по этой формуле с разбиением (или без разбиения) на «математические блоки», никак не связанные с физическими блоками моделируемой системы.

2. Метод статистических эквивалентов, когда моделируемое радиозвено с входным радиосигналом  $u_c[t, \lambda(t)]$  и выходным эффектом  $z[t, \lambda(t)]$  заменяется статистическим эквивалентом с входным воздействием  $\lambda(t)$  и выходным сигналом  $z_s[t, \lambda(t)]$ , статистически адекватным (по математическому ожиданию, дисперсии и так далее) реальному сигналу  $z[t, \lambda(t)]$ .

3. Метод информационного параметра, применяемый для моделирования следящих РУ, выделяющих на выходе оценку  $\hat{\lambda}(t)$  информационного параметра  $\lambda(t)$ , заложенного в выходной радиосигнале  $u_c[t, \lambda(t)]$ . Суть метода сводится к замене следящего РУ с входным радиосигналом  $u_c[t, \lambda(t)]$  цепью автоматического регулирования с входным воздействием  $\lambda(t)$  и тем же выходом  $\lambda(t)$ .

#### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Проектирование сетей подвижной связи с кодовым разделением каналов [Текст] / В.М. Артюшенко: монография – ФГБОУ ВПО ФТА. – М., 2012. – 204 с.
2. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASNET [Текст] / Монография, ГОУ ВПО «МГУС» – М, 2006 г. – 138 с.
3. Артюшенко, В. М. Сбор и обработка виброакустических процессов на борту ракетно-космической техники [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Бекетов, С.В. Кузьмин, А.Ю. Майданов, А.П. Мороз, В.И. Привалов // Приволжский научный вестник. – 2014. №4 (32). С. 23-28.
4. Артюшенко, В. М. Анализ систем управления космическим летательным аппаратом [Текст] / В.М. Артюшенко, М.И. Видов // Информационные технологии. Радиотехника. Телекоммуникации. – 2011. – №1. – С. 18-29.
5. Артюшенко, В. М. Оценка погрешности измерения параметров движения протяженных объектов в условиях изменяющейся дальности / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Радиозлектроника. – 2015. Т. 58. №1(631). С. 26-37.
6. Артюшенко, В. М. Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Радиотехника. – 2015. – №2. С. 76-82.
7. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
8. Артюшенко, В. М. Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В.М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 4(32). – С. 42-45.



## ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА ДЛЯ РАСЧЕТА МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СИГНАЛОБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ПРИБОРОВ УРОВНЯ И ПЛОТНОСТИ ТОПЛИВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Демин Е.С.*

аспирант кафедры физики,

Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

*Карпухин Э.В.*

доцент кафедры физики, к.т.н.,

Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

В статье приведен краткий обзор численных методов расчета физических величин и рассмотрена методика расчета магнитных полей сигналообразующих элементов магнитной системы магнитоотрицательных приборов уровня и плотности (МПУиП) топлива на волнах кручения для транспортных средств (ТС) с использованием модифицированного численного метода. Приведена оценка его эффективности.

*Ключевые слова:* численные методы расчета, магнитоотрицательные приборы уровня и плотности топлива, магнитные поля.

**Введение.** Численные методы, получившие в последние годы очень широкое распространение и популярность, в значительной мере обязаны прогрессу в области вычислительной техники, позволивший исследователям выполнять сложные вычисления различных физических величин с достаточно высокой точностью. Современные методы вычислений физических величин (например, магнитных полей и др.) основаны на пространственной и пространственно-временной дискретизации. Важным их преимуществом является возможность получения точного результата с учетом сложной геометрии тел, входящих в расчетную область, а также учет реальных свойств материалов. Для правильного и точного решения задачи расчета параметров исследуемого объекта необходимо правильно выбрать и задать граничные условия. С задачей определения граничных условий возникают некоторые трудности, которые связаны с постановкой граничных условий.

Среди численных методов для решения задач моделирования физических величин самыми распространенными являются [1-3]:

- метод конечных разностей (МКР),
- элементов метод конечных (МКЭ),
- метод граничных элементов (МГЭ),

несмотря на то, что по сути они являются подобными и имеют известные достоинства и недостатки.

В таблице приведены основные значимые характеристики рассматриваемых численных методов, широко применяемых для моделирования различных физических величин. Порядок их следования соответствует аналити-

ческой сложности и, соответственно, уменьшению их гибкости (эффективности) в использовании.

Таблица

**Сравнение численных методов расчета физических величин**

Метод	Требуемая память ЭВМ	Время вычислений	Универсальность метода	Предварительная аналитическая работа
МКР	Большая	Большое	Высокая	Не требуется
МКЭ	Большая	Умеренно-большое	Высокая	Малая
МГЭ	Умеренная	Умеренное	Очень низкая	Малая

В то же время, на основе известных численных методов могут быть получены новые и усовершенствованы известные методики численного расчета выходных параметров МПУиП топлива на волнах кручения для ТС [4, 5]. Кроме того, здесь при решении задач моделирования предложенного подкласса устройств, могут быть использованы и другие численные методы, такие как метод Рунге-Кутты, метод Ричардсона и др.

### **1. Модифицированный численный метод для расчета магнитных полей сигналообразующих элементов магнитной системы МПУиП топлива на волнах кручения для ТС.**

Из научно-технической литературы известна система уравнений Максвелла [2, 6, 7], которая позволяет описывать поведение магнитного поля в пространстве и устанавливает взаимосвязь между магнитными и электрическими величинами:

$$\begin{cases} \operatorname{rot} \bar{H} = \bar{j} + \partial \bar{D} / \partial t; \\ \operatorname{rot} \bar{E} = -\partial \bar{B} / \partial t; \\ \operatorname{div} \bar{D} = \rho; \\ \operatorname{div} \bar{B} = 0, \end{cases} \quad (1)$$

Здесь  $\bar{H}$ ,  $\bar{E}$  – напряженности полей магнитного и электрического, соответственно,  $\bar{B} = \mu_0 \mu \bar{H}$  – магнитная индукция поля,  $\bar{D} = \epsilon_0 \epsilon \bar{E}$  – электрическое смещение,  $\bar{j} = \gamma \bar{E}$  – плотность тока проводимости,  $\epsilon_0, \mu_0$  – электрическая и магнитная постоянные,  $\epsilon, \mu$  – диэлектрическая и магнитная проницаемости среды,  $\gamma$  – удельная проводимость среды,  $\rho$  – плотность электрического заряда.

Анизотропные свойства, нелинейные характеристики параметров  $\epsilon, \mu, \gamma$  отдельных материалов конструкции акустических трактов МПУиП топлива на волнах кручения не позволяют с требуемой точностью выполнить вычисления напряженности магнитного поля в заданной области пространства, используя выражение (1). Вместе с тем, известны ряд численных методов, которые позволяют это сделать [1, 2, 7].

В нашем случае, для расчета параметров магнитных полей сигналообразующих элементов подкласса МПУиП топлива на волнах кручения для ТС может осуществляться методами расчета стационарных магнитных полей в неоднородных средах [2, 7]. Это позволяет в системе уравнений (1) не учитывать производные вида  $\partial \bar{B} / \partial t$ ,  $\partial \bar{D} / \partial t$  в силу их нулевых значений. В результате исходное выражение (1) преобразуется к известному виду:

$$\begin{cases} \operatorname{rot} \bar{H} = \bar{j}; \\ \operatorname{rot} \bar{E} = 0; \\ \operatorname{div} \bar{D} = \rho; \\ \operatorname{div} \bar{B} = 0, \end{cases} \quad (2)$$

при этом, численный расчет магнитного поля выполняют методом конечных разностей с использованием интегральных уравнений [7].

В работах [7, 8] было показано, что систему уравнений (2) можно свести к одному из уравнений в частных производных, а именно:

$$\operatorname{div}(\mu \operatorname{grad} u) = -\rho; \quad (3)$$

$$\operatorname{div}(1 / \mu \operatorname{grad} \bar{A}) = -\bar{j}, \quad (4)$$

Здесь  $\rho = -\operatorname{div} \mu \bar{H}$ ,  $\operatorname{rot} \bar{H} = \bar{j}$ . Анизотропность расчетной области из-за скачкообразного изменения параметра  $\mu$  среды вызывает определенные трудности при интегрировании выражений (3) и (4).

Известные методики численного расчета магнитных полей [2, 6, 7] имеют определенные недостатки (относительно высокая погрешность вычислений, большое время вычислений), которые ограничивают их применение для численного расчета выходных параметров подкласса МПУиП топлива на волнах кручения. В связи с этим был разработан модифицированный численный метод и соответствующая методика для расчета параметров магнитных полей сигналообразующих элементов магнитной системы данных приборов, что позволяет более эффективно решать поставленную задачу.

Решение задачи расчета магнитных полей сигналообразующих элементов МПУиП топлива на волнах кручения в неоднородной среде, можно рассматривать по аналогии с задачей расчета электрического поля в такой же среде, путем введения в расчетной области магнитных зарядов с объемной и поверхностной плотностью  $\rho_M$  и  $\sigma_M$  соответственно. Суть предложенного модифицированного метода и методики расчета заключаются в следующем.

Для расчета магнитного поля сигнального элемента МПУиП топлива на волнах кручения, распространяемого в области некоторого объема  $V$  пространства, со средой, имеющей магнитную проницаемость  $\mu_e$ , можно применить метод интегральных уравнений, известный своей эффективностью при решении подобных задач [6]. Пусть в части пространства, ограниченной некоторой замкнутой поверхностью  $S$ , магнитная проницаемость определяется функцией  $\mu_i(x, y, z)$ . Тогда, введение в расчетную область вторичных ис-

точников поля (метод вторичных источников), можно свести среду к однородной с магнитной проницаемостью  $\mu_e$ . Плотность вторичных источников магнитного поля при этом будет равна [6]:

$$\rho_M = -\frac{\mu_e}{\mu_i} \overline{H}_i \operatorname{grad} \mu_i, \quad \sigma_M = 2\mu_e \varphi H_n, \quad (5)$$

где  $H_n$  – нормальная к поверхности  $S$  составляющая напряженности  $\overline{H}_i$  магнитного поля,  $\varphi = \frac{\mu_i - \mu_e}{\mu_i + \mu_e}$ .

Далее, в соответствии с известными рассуждениями [6] составляется интегральное уравнение относительно размещенных на поверхности  $S$  (рисунок 1) магнитных зарядов плотностью  $\sigma_M$  вида:

$$\sigma_M - \frac{\varphi}{2\pi} \iint_S \frac{\sigma_M \cos(\overline{r}, \overline{n})}{r^2} ds = 2\mu_e \varphi H_{0n}, \quad (6)$$

где  $H_{0n}$  – напряженность магнитного поля вторичных источников.

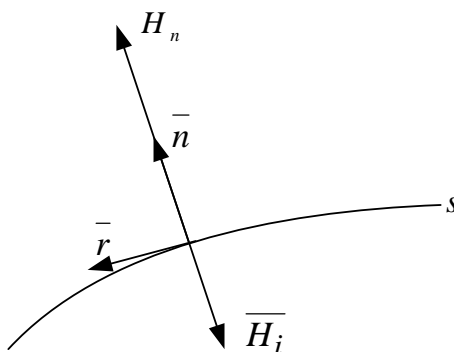


Рис. 1. Составление интегрального уравнения по методу вторичных источников

Уравнение (6) является интегральным уравнением типа Фредгольма второго рода. Его свойства во многом зависят, как от коэффициента искомой плотности магнитных зарядов  $\sigma_M$ , (ядра уравнения), так и от значения множителя  $\varphi$  [6]. В рамках решаемой задачи для МПУиП топлива на волнах кручения, аналитическое решение этого уравнения является не целесообразным из-за высокой сложности вычислений.

Еще одним преимуществом использования метода интегральных уравнений при расчете магнитных полей МПУиП топлива на УЗВ кручения, является возможность проведения исследований как двумерных, так и трехмерных полей. Так, в случае использования плоскопараллельного поля, подынтегральная функция в (6), принимает упрощенный вид, и выражение (6) можно переписать в виде [17]:

$$\sigma_M - \frac{\varphi}{\pi} \iint_l \frac{\sigma_M \cos(\overline{r}, \overline{n})}{r} dl = \frac{\varphi}{\pi} \int_S \frac{\rho_{MB} \cos(\overline{r}, \overline{n})}{r} ds, \quad (7)$$

где  $l$  – длина контура, ограниченного поверхностью  $S$ ,  $\rho_{\text{МВ}}$  – объемная плотность магнитных зарядов, определяющих внешнее поле.

Для численного решения уравнения (7), можно воспользоваться, например, методом последовательных приближений [9], являющимся наиболее эффективным при реализации на ЭВМ. Здесь предполагается построение рекуррентной последовательности. Пусть имеется интегральное уравнение вида:

$$y(x) - \varphi \int_a^b K(x,t)y(t)dt = f(x). \quad (8)$$

Его решением является ряд по степеням параметра  $\varphi$  [9]:

$$y(x) = f(x) + \sum_{n=1}^{\infty} \varphi^n \psi_n(x). \quad (9)$$

Подставив выражение (9) в уравнение (8) и приравняв коэффициенты при одинаковых степенях параметра  $\varphi$ , получим рекуррентные соотношения для определения функций  $\psi_n(x)$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} \psi_1(x) = \int_a^b K(x,t)f(t)dt, \\ \psi_2(x) = \int_a^b K(x,t)\psi_1(t)dt = \int_a^b K_2(x,t)f(t)dt, \\ \psi_3(x) = \int_a^b K(x,t)\psi_2(t)dt = \int_a^b K_3(x,t)f(t)dt, \\ \dots \end{array} \right. \quad (10)$$

Интегрированные ядра  $K_n(x,t)$  уравнения (8) вычисляются в соответствии с известным выражением:

$$K_n(x,t) = \int_a^b K(x,z)K_{n-1}(z,t)dz, \quad (11)$$

где  $n = 2, 3, \dots$ , и  $K_1(x,t) \equiv K(x,t)$ .

Таким образом, применение рекуррентных соотношений (10), содержащих интегрированные ядра (11), позволяет с высокой точностью получить численное решение интегрального уравнения вида (8). При реализации на ЭВМ, вычисление интегралов в выражениях (10) и (11) также может осуществляться численно с применением формулы Симпсона [23]. Следует отметить, что преобразование выражений (9) – (11) приводит к известной рекуррентной схеме решения вида:

$$y_n(x) = f(x) + \varphi \int_a^b K(x,t) y_{n-1}(t) dt, \quad (12)$$

где  $n = 1, 2, \dots$ ,  $y_0(x) = f(x)$  – начальное приближение.

Очевидно, что программирование на ЭВМ выражения (12) предпочтительнее в виду необходимости однократного вычисления интеграла на каждом шаге итерационного процесса, что повышает эффективность методики численного расчета за счет сокращения времени решения и экономии вычислительных ресурсов. Более точный выбор начального приближения  $y_0(x)$  может значительно повысить скорость сходимости метода. С этой целью, в качестве начального приближения  $y_0(x)$  можно взять результаты расчетов по выражениям (10) и (11) при небольших значениях  $n$ .

При проведении вычислительного эксперимента по расчету магнитных полей сигналообразующих элементов магнитной системы МПУиП топлива на УЗВ кручения по предложенным модифицированному численному методу и методике расчета, был осуществлен подсчет общего числа итераций  $n_2$  по выражению (12) для различных начальных приближений  $y_0(x)$ , вычисленных в соответствии с выражениями (9)-(11) при  $n_1 = 1..5$ . Полученная зависимость общего числа итераций  $n_2$  от числа слагаемых  $n_1$  начального приближения имеет вид, показанный на рисунке 2.

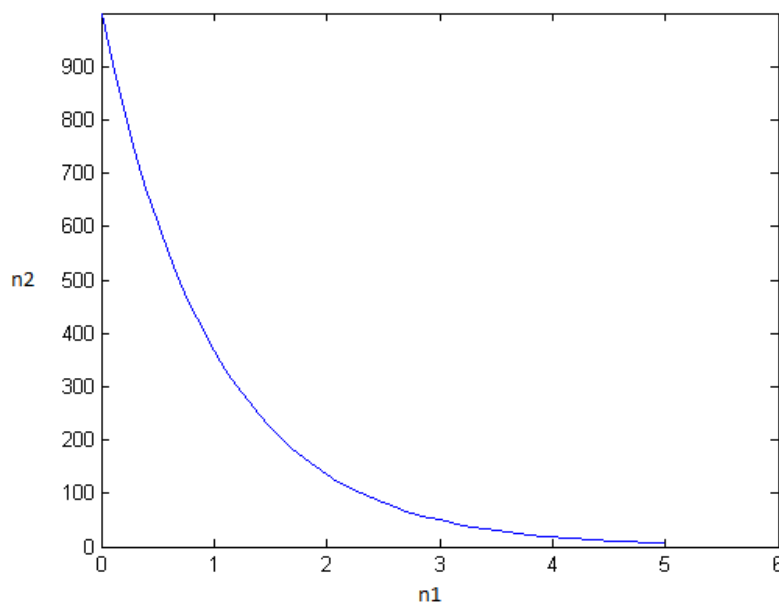


Рис. 2. Зависимость общего числа итераций  $n_2$

от числа слагаемых  $n_1$  начального приближения

**Выводы.** Из графика рисунка 2 следует, что выбор начального приближения, содержащего всего 5 слагаемых, сокращает общее число итераций почти на 3 порядка, подтверждая эффективность предложенных модифицированного численного метода и методики расчета. А значит, дает возмож-

ность эффективно и с высокой степенью точность получать значения плотности вторичных источников, необходимых для расчета магнитных полей сигналообразующих элементов магнитной системы МПУиП топлива на волнах кручения для ТС в соответствии с уравнениями (3) или (4).

#### Список литературы

1. Самарский, А.А. Численные методы/А.А. Самарский, А.В. Гулин. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
2. Ильин, В.П. Численные методы решения задач электрофизики. – М.: Наука, 1985. – 334 с.
3. Калиткин, Н.Н. Численные методы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 592 с.
4. Патент RU №155410, МПК: G01F23/28, G01F23/30. Адаптивный магнитоотражающий преобразователь уровня и плотности топлива транспортного средства (его варианты) / Е.С. Демин // Оpubл. 10.10.2015. Бюл. №28.
5. Демин, Е.С. Методы измерений уровня и плотности топлива в телеметрических системах мониторинга наземных автотранспортных средств. Материалы XV Международной НПК «Современные тенденции развития науки и технологий», 30 июня 2016. – Т.6-1. – Белгород: АПНИ. – С. 17-20.
6. Демирчян, К.С. Теоретические основы электротехники / К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин. – СПб.: Питер, 2009. – Т.2. – 432 с.
7. Демирчян, К.С. Машинные расчеты электромагнитных полей / К.С. Демирчян, В.Л. Чечурин. – М.: Высшая школа, 1986. – 240 с.
8. Эльсгольц, Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. – М.: Наука, 1969. – 424 с.
9. Манжиров, А.В. Методы решения интегральных уравнений. Справочник / А.В. Манжиров, А.Д. Поляние. – М.: Факториал, 1999. – 272 с.

## НАДКРИТИЧЕСКАЯ ЭКСТРАКЦИЯ КАК СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ ИЗ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ

**Еремеева Н.Б.**

аспирант кафедры «Технология и организация общественного питания», Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара

**Макарова Н.В.**

зав. кафедрой «Технология и организация общественного питания», д.х.н., профессор, Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара

В статье рассмотрено влияние условий надкритической экстракции на антиоксидантные свойства получаемых экстрактов. В качестве объекта исследования была выбрана черноплодная рябина, произрастающая на территории Самарской области. Экстракция проводилась при давлении 40 МПа и температурах 120, 150 и 200 °С при использовании в качестве растворителя воды и спирта. Использование высокого давления надкритической экстракции позволяет увеличить выход фенолов и антиоксидантов в получаемых экстрактах.

*Ключевые слова:* надкритическая экстракция, антиоксидантная активность, фенольные соединения, черноплодная рябина.

Экстракция растворителем является хорошим методом извлечения полифенолов [1], однако имеет несколько недостатков, таких как использование большого количества органических растворителей, длительное время экстракции, ограничение в выборе растворителя из-за влияния на здоровье человека и способности деградации целевых соединений. Есть много альтернативных методов, которые способны либо устранить, либо уменьшить эти недостатки [2]. К таким способам можно отнести надкритическую флюидную экстракцию.

Надкритические жидкости обладают полезными физическими свойствами, такими как низкая вязкость и высокий коэффициент диффузии в матрице образца. Это позволяет значительно быстрее протекать процессам экстракции, чем в обычных органических растворителях.

Исходя из этого, целью работы является подбор оптимальных условий при получении экстрактов в надкритических условиях. В качестве объекта исследования была выбрана черноплодная рябина, произрастающая на территории Самарской области. Экстракция проводилась при давлении 40 МПа и температурах 120, 150 и 200 °С при использовании в качестве воды и спирта. Контрольной группой выступали экстракты (водный, спиртовой и 50 %-ный водно-спиртовой), полученные при атмосферном давлении и температуре 37 °С в течение 2 часов.

Результаты определения общего содержания фенольных соединений выражали в мг галловой кислоты на 100 г исходного сырья по калибровочной кривой. Как видно из рис. 1, наибольшим содержанием фенольных соединений обладает надкритический водный экстракт, полученный при 150 °С, что превышает содержание фенолов в контрольном образце почти в 1,5 раза. При температуре 200 °С содержание фенольных веществ низкое, что свидетельствует о деструкции соединений.

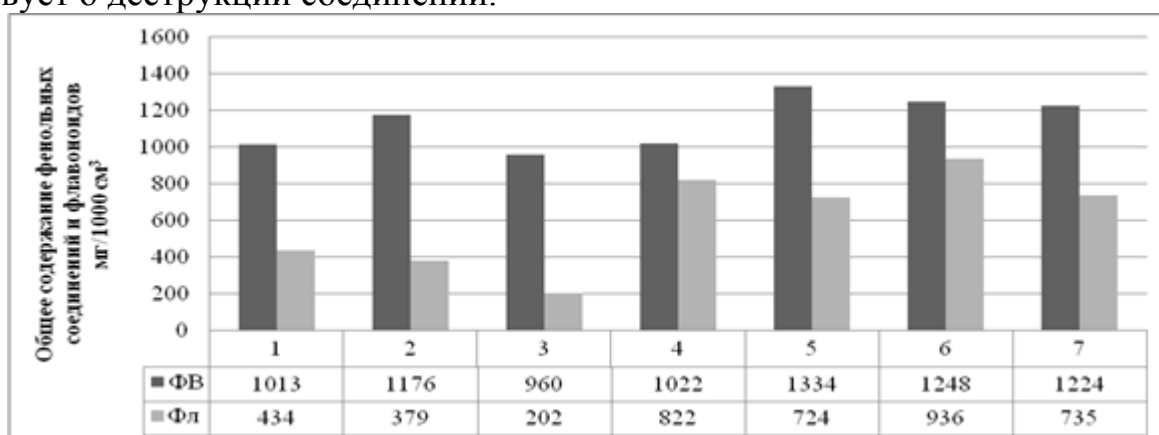


Рис. 1. Общее содержание фенольных соединений и флавоноидов в надкритических экстрактах черноплодной рябины: 1 – спирт/вода (контроль), 2 – спирт (контроль), 3 – вода (контроль), 4 – вода надкритика 120 °С, 5 – вода надкритика 150 °С, 6 – вода надкритика 200 °С, 7 – спирт 10 %-ный надкритика 120 °С

Как и фенольные соединения, флавоноиды обладают хорошим антиоксидантным действием. Определение содержания флавоноидов показало (рис. 1), что наилучшими условиями для экстракции этих соединений является



надкритическая экстракция водой при 200 °С (936 мг/100 г), что в 4,6 раз превышает контрольную группу.

Одним из основных показателей, характеризующих антирадикальную активность по методу DPPH, является  $E_{c50}$  – концентрация экстракта антиоксиданта, при которой наблюдается 50 %-ное ингибирование радикалов DPPH. Из рис. 2 видно, что среди исследуемых экстрактов наилучшую антирадикальную активность проявляют спиртовой и водно-спиртовой контрольные экстракты (1,3 и 1,2  $E_{c50}$ , мг/см<sup>3</sup>). Для водных экстрактов антирадикальная активность при применении надкритических условий вне зависимости от температуры в 2 раза выше, чем в спиртовых.

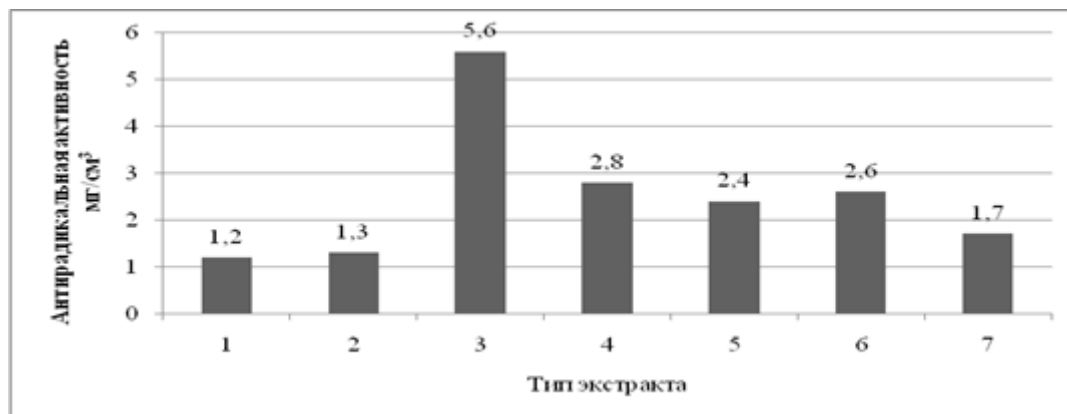


Рис. 2. Антирадикальная активность надкритических экстрактов черноплодной рябины,  $E_{c50}$ : 1 – спирт/вода (контроль), 2 – спирт (контроль), 3 – вода (контроль), 4 – вода надкритика 120 °С, 5 – вода надкритика 150 °С, 6 – вода надкритика 200 °С, 7 – спирт 10 %-ный надкритика 120 °С

Таким образом, из полученных из полученных результатов можно сделать выводы использование надкритических экстрактов при температуре 150 °С (вода) позволяет увеличить содержание фенольных веществ в 1,5 раза по сравнению с контрольной группой; для флавоноидов наиболее оптимальными условиями являются 200 °С (вода); антирадикальная активность по методу DPPH наиболее высокая в спиртовом и водно-спиртовом экстрактах контрольной группы,

#### Список литературы

1. Терлецкая, В.А. Влияние технологических факторов на процесс экстракции рябины черноплодной / В.А. Терлецкая, Е.В. Рубанка, И.Н. Зинченко // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – №4. – С. 127-131.
2. Шишацкий, Ю.И. Интенсификация процесса экстрагирования при приготовлении спиртованных морсов и настоев / Ю.И. Шишацкий, Н.Н. Яковлев // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2009. – № 2. – С. 31-32.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ РЕГЕНЕРАЦИИ ЗЕРНИСТОЙ ЗАСЫПКИ БЕЗНАПОРНЫХ ФИЛЬТРОВ

**Карнов А.В.**

магистрант кафедры «ПАХТ»,  
Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

**Суфиянов Р.Ш.**

профессор кафедры «ПАХТ», д-р тех. наук, доцент,  
Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

В статье рассматриваются вопросы применения поверхностно-активных веществ для промывки безнапорных фильтров. Проведены эксперименты по определению рациональных рецептур, зависимости от концентраций реагентов и температуры проведения процесса.

*Ключевые слова:* зернистая засыпка, безнапорный фильтр, регенерация, ПАВ.

Увеличение производительности и эффективности работы существующих очистных сооружений, а также разработка соответствующего оборудования с низкими капитальными затратами на их обслуживание приобретает все более важное значение. Это вызвано тенденцией к общему уменьшению образования отходов и увеличению степени защиты окружающей среды от негативного антропогенного воздействия [4, 5].

При проектировании очистных сооружений ливневых и промышленных стоков особое внимание уделяется разработке оборудования с низкой энерго- и материалоемкостью. Примером такого оборудования может служить безнапорный фильтр. В качестве фильтрующего материала в подобных аппаратах используют, как правило, кварцевый песок [3] и возникает необходимость в разработке технологий регенерации фильтрующей загрузки фильтров [1].

В настоящее время на очистных сооружениях чаще всего регенерация фильтров осуществляется обратным током очищенной воды непосредственно в самом фильтре [2] и в научно-технической литературе недостаточно информации о применении исследуемых ПАВ для регенерации зернистых засыпок безнапорных фильтров.

С целью определения рациональных рецептур и выбора наиболее эффективного реагента были проведены соответствующие экспериментальные исследования.

В качестве реагентов в данных исследованиях применялись ПАВ, применяемые для очистки различных поверхностей от нефтепродуктов, а именно:

- «Деталан» – моющее средство, производимое НПП «Химпром», г.Москва;

- «Нафтоль» – моющее средство, продукт Голландско-Российского предприятия «Компании «ЕСТОС», представительство в г. Москва.

При исследовании использовалась верхняя часть (как наиболее загрязненная) с действующего безнапорного фильтра доочистки промливневого стока Сетуньских очистных сооружений.

Эксперименты проводились на лабораторной установке, принципиальная схема которой представлена на рис. 1.

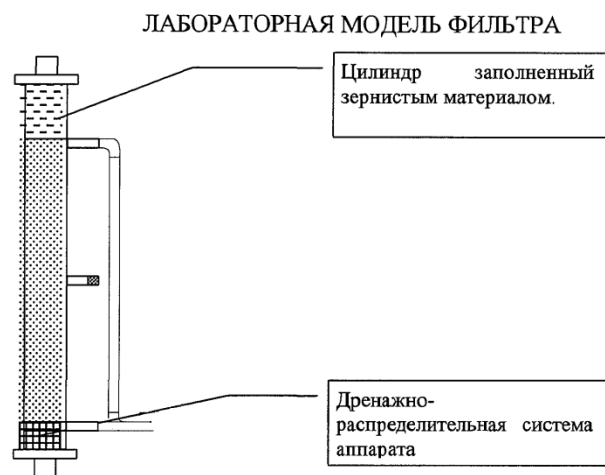


Рис. 1. Принципиальная схема установки

Установка представляет собой цилиндрический аппарат из стеклопластика, оборудованная с верхней и нижней распределительными устройствами.

Эксперименты проводились при различных температурах и при различных концентрациях промывного раствора. Отработанный раствор исследовался на приборе «Флюорат-02-3М». Основным контролируемым показателем было содержание нефтепродуктов в отработанном регенерационном растворе.

Полученные результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 2 и 3, а также в таблице.

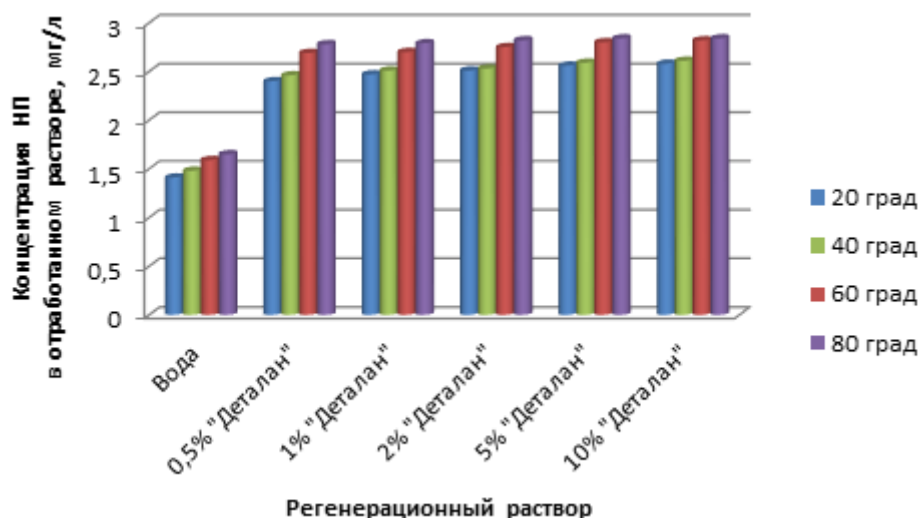


Рис. 2. Концентрации нефтепродуктов в отработанном растворе при промывке фильтрующей загрузки веществом «Деталан» при разных концентрациях и температурах

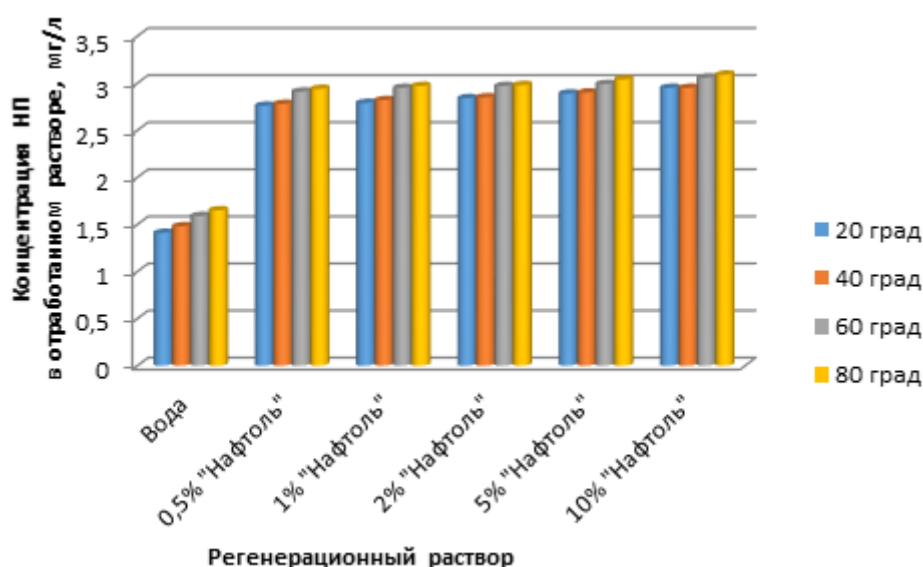


Рис. 3. Концентрации нефтепродуктов в отработанном растворе при промывке фильтрующей загрузки веществом «Нафтоль» при разных концентрациях и температурах

Таблица

**Содержание нефтепродуктов в отработанном регенерационном растворе, мг/л**

Температура, °С	Регенерационный раствор										
	Вода	«Деталан»					«Нафтоль»				
	---	0,5% об.	1% об.	2% об.	5% об.	10% об.	0,5% об.	1% об.	2% об.	5% об.	10% об.
20	1,41	2,40	2,47	2,51	2,56	2,58	2,76	2,79	2,84	2,89	2,95
40	1,48	2,46	2,51	2,53	2,59	2,61	2,78	2,82	2,85	2,90	2,95
50	1,52	2,55	2,59	2,60	2,66	2,67	2,84	2,88	2,89	2,94	2,98
60	1,59	2,69	2,70	2,75	2,80	2,82	2,91	2,95	2,97	2,99	3,06
70	1,64	2,75	2,77	2,79	2,83	2,82	2,93	2,97	2,97	3,03	3,08
80	1,65	2,78	2,79	2,82	2,84	2,84	2,94	2,97	2,98	3,04	3,09

По данным, представленном в таблицы видно, что применение раствора «Деталан» увеличивает выход нефтепродуктов из фильтрующей загрузки в среднем в 1,7 раза, а применение раствора «Нафтоль» – в среднем в 2 раза. Также можно сделать вывод, что для обоих реагентов, как и для воды без реагентов, рациональный температурный диапазон находится в пределах 60 – 80°С. Такая же температура промывной воды указана и в проектной документации большинства очистных сооружений поверхностного стока [2].

Исходя из результатов первой серии опытов (а также рекомендаций производителей реагентов) для дальнейших исследований применялись 1% и 2% растворы «Деталан» и 5% и 10% растворы «Нафтоль». Во второй серии опытов контролируемым показателем было содержание нефтепродуктов в фильтрующей загрузке после регенерации. Пробоотбор фильтрующей загрузки проводился в четырех разных местах фильтра. Было проведено 4 серии опытов с каждым из вариантов промывной жидкости.

На рис. 4 показана эффективность очистки от нефтепродуктов фильтрующей загрузки при регенерации растворами реагентов разной концентрации.

Исходя из анализа данных, полученных в данном эксперименте, наилучшую эффективность очистки от нефтепродуктов обеспечил раствор «Нафтоль». При использовании 10% раствора данного вещества эффективность регенерации (в среднем по всей серии опытов) выше в 2 раза по сравнению с водой.

Таким образом, в результате проведенных экспериментальных исследований, доказана высокая эффективность применения регенерации зернистой засыпки безнапорных фильтров с применением поверхностно-активных веществ.

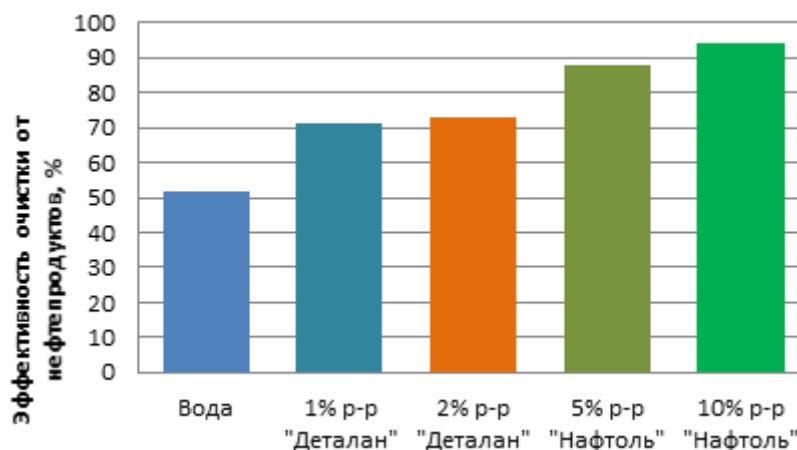


Рис. 4. Эффективность очистки фильтрующей загрузки растворами реагентов

Использование такого типа регенерации является целесообразным, как на новых (проектируемых) очистных сооружениях, так и на уже действующих. Это возможно в виду того, что введение реагента в состав промывной жидкости не требует больших изменений в применяемой технологической схеме очистных сооружений. А однократное применение реагентной промывки обеспечивает степень очистки зернистой засыпки фильтра от нефтепродуктов вплоть до 94%.

#### Список литературы

1. Блянкман Л. М., Пономарев В. Г., Смирнова Н. Л. Очистка фильтрующих материалов / 2-е издание. М.: Энергоиздат, 1982. – 92 с.
2. Ласков Ю. М. Примеры расчетов канализационных сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. – 256 с.
3. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: ГУП ЦПП, 1998. – 73 с.
4. Суфиянов Р.Ш. Обезвреживание нефтесодержащих отходов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2010, №5. С. 36-39.
5. Суфиянов Р.Ш. Исследование влияния реагентов на эффективность химического обезвреживания нефтесодержащих грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2011, №4. С. 12-16.

## ЛИНИЯ СВЯЗИ И ТОПОЛОГИЯ 1-WIRE-СЕТЕЙ

*Карпова Н.М., Вальс В.И., Галкин С.Ю.*

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

В статье рассмотрены вопросы, связанные с кратким анализом линий связи и топологии 1-Wire-сетей.

*Ключевые слова:* 1-Wire-сети, линия связи, топология сети.

Как известно 1-Wire-сети нашли самое широкое применение в различных областях [1-7]. Большую роль при построении 1-Wire-сетей играет исполнение однопроводной линии связи. Как правило, протяженные 1-Wire-линии имеют структуру, состоящую из трех основных проводников: DATA – шина данных, RET – возвратный или земляной провод, EXT\_POWER – внешнее питание не только обслуживаемых ведомых устройств, но и внешних относительно них цепей датчиков и органов управления. В зависимости от технологии прокладки кабеля [8], способа его сопряжения с ведомыми устройствами, особенностей используемых приемов и качества применяемых материалов, различают четыре основных варианта организации 1-Wire-сетей (таблица).

Таблица

**Классификация линий**

Классификация линии	Длина линии	Количество ведомых устройств	Тип используемого кабеля	Топология	Мастер линии
Миниатюрные линии	До 5м	До 10 шт	Любой	Свободная	Любой ведущий с пассивной подтяжкой (резистор к питанию)
Короткие линии	До 30 м	До 50 шт.	4-х проводный телефонный	Общая шина с патчами до 0,5 м	Адаптеры на базе дискретных компонентов DS9097E, DS1410E
Средние линии	До 100 м	До 200 шт.	Витая пара 3 категории	Строгая общая шина	Активная подтяжка (DS2480B, DS2490, DS2482 или специальное схемное решение (MAX6314))
Длинные линии	До 300 м	До 250 шт.	Витая пара 5 категории или IEEE1394 (Firewire)	Общая шина без разрыва ствола	LINK, программная модификация временных слотов 1-Wire-протокола

Часто при организации сложных однопроводных сетей, с целью удобства проводки линии связи, уменьшения ее протяженности или снижения электрической нагрузки на линии благодаря уменьшению одновременно работающих на ней устройств, необходимо обеспечить древовидную или лучевую структуру магистрали, значительно отличающуюся от структуры общей шины. Для этого используют ветвления 1-Wire-сетей одного или нескольких

уровней. Основным элементом при построении таких ветвей является либо обычный адресуемый ключ типа DS2406, который обеспечивает ветвление благодаря коммутации возвратного провода однопроводной линии, либо специализированный ветвитель DS2409, коммутирующий непосредственно шину данных 1-Wire-линии. Последний вариант является более предпочтительным т.к. компоненты на отключенной ветви, ведомой ветвителем, остаются всегда в активном состоянии. Поочередное обслуживание мастером сети каждой из ветвей, при отключенных остальных ветвях, позволяет значительно увеличить общую протяженность 1-Wire-линии и количество ведомых устройств на ней. Использование универсальных коуплеров DS2409 позволяет, в том числе, обеспечить коммутацию всех шин 1-Wire-магистрали, или осуществлять тестирование состояния ветвей, неподключенных к ее основному стволу, или организовать 1-Wire-hub, обслуживающий множество 1-Wire-линий с помощью только одного мастера.

Однако еще более перспективным представляется применение для обслуживания радиальных 1-Wire-систем драйверов DS2482. Так, микросхема ведущего DS2482-800 способна поддерживать функционирование восьми независимых однопроводных линий, каждая из которых может быть перестроена с индивидуальными параметрами активной подтяжки. Наличие трех адресных выводов I2C-шины позволяет организовать на базе такой микросхемы и универсального микроконтроллера полномасштабный 8-, 16-, 24-, 32-канальный и т.д. 1-Wire-hub, реализующий очень недорогую разветвленную однопроводную структуру, без коммутации шины данных и возвратной шины. В отличие от компонента DS2482-800, драйвер DS2482-100 позволяет реализовать мастера только одной 1-Wire-линии. Благодаря наличию двух адресных входов интерфейсного узла I2C, ведущий микроконтроллер сможет обслуживать по одной такой I2C-шине до 4 подобных драйверов. Причем каждый из них без затруднений может быть гальванически развязан со стороны шины I2C. А это позволяет, в отличие от 1-Wire-hub на базе DS2482-800, реализовывать, в случае применения нескольких DS2482-100, более помехоустойчивые изолированные друг от друга радиальные 1-Wire-структуры.

Если же организация 1-Wire-системы на базе персонального компьютера связана с особыми трудностями (большая длина линии, большое количество ведомых устройств, плохое качество кабеля или сложная топология, много помех и т.п.), то наиболее оптимально использование интеллектуального адаптера для COM-порта типа LINK. Он реализован на базе микропроцессора. При этом устройство полностью эмулирует со стороны последовательного порта работу популярного адаптера DS9097U и, таким образом, поддерживает все разработанное ранее для персональных компьютеров программное обеспечение. LINK многократно улучшает механизм активной подтяжки на линии, что позволяет действительно получать идеальные сигналы обмена при длинах кабеля до 300 метров и числе сопровождаемых однопроводных компонентов до 250 шт, а использование процессором такого адаптера специальных алгоритмов цифровой фильтрации многократно улуч-

шает устойчивость обслуживаемой 1-Wire-линии к электромагнитным помехам, шумам и отражениям сигналов [9, 10].

С точки зрения схемотехнической реализации однопроводного интерфейса и устойчивости работы на проблемных линиях все ведомые однопроводные компоненты исторически отличаются друг от друга, делясь при этом на группы:

1. DS2401, DS2405 – первые компоненты с 1-Wire-интерфейсом в пластиковых корпусах, ориентированы для работы на коротких шинах (до 1994 г.);

2. DS1820, DS2407P, DS2450, DS2404, DS2415, DS2417, DS1920 и т.д. – вторая версия, ориентированная для работы на длинных линиях (до 2000 г.);

3. DS18S20, DS18B20, DS1822, DS2406P, DS2409, DS2438, DS2890, DS1973 и т.д. – третий вариант, более устойчивый к коллизиям на 1-Wire-магистрали по сравнению с предыдущим (с 2000 г.);

4. DS2408, DS2411, DS2413, DS2422, DS2431, DS1923, DS1977 и т.д. – вариант, наиболее удачной по надежности схемотехники 1-Wire-интерфейса, учитывающей особенности работы на зашумленных 1-Wire-линиях (с 2003 г.).

#### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VACNET [Текст] / Монография, ГОУ ВПО «МГУС». – М., 2006. – 138 с.

2. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей [Текст] / И.Э. Грибут, В. М. Артюшенко, Н.П. Мазаева, М.В. Виноградова, З.И. Панина, Л.А. Васильева, А.А. Ларионова, Н.М. Елизарова, Н.М. Корсунова, Е.В. Поворина / учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2009. – 476 с.

3. Артюшенко, В. М. Сбор и обработка виброакустических процессов на борту ракетно-космической техники [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Бекетов, С.В. Кузьмин, А.Ю. Майданов, А.П. Мороз, В.И. Привалов // Приволжский научный вестник. – 2014. №4 (32). С. 23-28.

4. Артюшенко, В. М. Информационное обеспечение деятельности предприятий автосервиса [Текст] / В. М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2009. – №4. – С. 3-10.

5. Артюшенко, В. М. Оценка погрешности измерения параметров движения протяженных объектов в условиях изменяющейся дальности / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Радиотехника. – 2015. Т.58. №1(631). С. 26-37.

6. Артюшенко, В. М. Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Радиотехника. – 2015. – №2. С. 76-82.

7. Артюшенко, В. М. Проектирование сетей подвижной связи с кодовым разделением каналов [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – ФГБОУ ВПО ФТА. – М., 2012. – 204 с.

8. Артюшенко, В. М. Расчет и проектирование структурированных мультисервисных кабельных систем в условиях мешающих электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова: учебное пособие / под ред. д.т.н., профессора Артюшенко В.М. – Королев МО: ФТА, 2012. – 264 с.

9. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.

10. Артюшенко, В. М. Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В.М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 4(32). – С. 42-45.



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДАЖ ПРОДУКЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ

*Коцюба К.Ю., Рыжов А.А.*

магистранты кафедры информационных систем,  
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,  
Россия, г. Москва

В статье рассматривается процесс проектирования программного средства с использованием CASE системы. Декомпозиция этого процесса показывает его важные составляющие, такие как анализ ПП, составление плана проекта, проектирование архитектуры, проектирование компонентов, оформление проекта ПС. Декомпозиция процесса анализа программных продуктов позволяет понять, какие программы и функции нужны для проектирования программного средства.

*Ключевые слова:* проектирование, анализ, ментальные карты, программное средство.

Проектирование программного средства – это процесс создания проекта ПС, включающий в себя анализ, план проекта, архитектуру и другие процессы. Проектирование является одним из процессов жизненного цикла программных средств [1].

Под жизненным циклом ПС (software life cycle) понимают весь период его разработки и эксплуатации. Мной используется один из основных подходов к организации процесса создания и использования ПС, который называется – Формальные преобразования. При использовании этого подхода в CASE-системе (в данном случае программа Ramus) создаются процессы жизненного цикла программного средства [2]. Далее некоторые процессы декомпозируются на их составляющие для лучшего детального понимания.

Сначала нужно провести анализ необходимости создания программного средства. Если аналогов нет или есть потребность именно в создании нового программного средства, тогда начинается этап проектирования ПС. На выходе получается готовый проект программного средства. Он будет являться входом для этапа реализации (кодирования). После долгой работы программистов получается само программное средство. Но на этот момент оно еще не готово к эксплуатации. Сначала его нужно протестировать на ошибки и несоответствие работы программного средства заявленным требованиям и оптимизировать. Это и есть следующий этап – «Тестирование/Оптимизация». После того, как данное программное средство успешно проходит тестирование, начинается процесс эксплуатации, в котором уж обычные пользователи используют программное средство. После чего на выходе будет результат использования программного средства. Но если у пользователя возникают неполадки в работе, то эти ошибки будут входными данными к самому долгому этапу жизненного цикла программного средства, который называется «Сопровождение».

Если детальнее рассматривать этап проектирования ПС, то его нужно разбить на пять этапов (процессов) (рис. 1). Первый – это анализ программ-

ных продуктов, с помощью которых создаются объявления для контекстной рекламы. Где на входе имеются требования к разработке и проектированию программного средства. После проведенного анализа на выходе будут функции проанализированных программных продуктов, которые будут являться входными данными не только для следующего этапа, но еще и для двух этапов после него. Второй этап – это составление плана проекта. Имея план проекта, начинается следующий этап проектирования ПС – это проектирование архитектуры программного средства. Проектирование архитектуры ПС – один из важнейших процессов, в котором происходит выбор элементов структуры, и их соединения в более крупные системы. Так получается архитектура (архитектурный стиль), которая направляет всю организацию. Результатом этого этапа будет являться спроектированная архитектура. Четвертый этап называется проектирование компонентов, в котором к элементам архитектуры добавляются компоненты и их взаимодействия, и проектируется интерфейс. На выходе будет спроектированный интерфейс, который будет являться входной информацией к следующему этапу – «Оформление проекта программного средства». На данном этапе идет подготовка всех документов и материалов по проекту и начинается его оформление, включающее в себя все элементы проекта. В результате получается проект программного средства, который пойдет на этап реализации (кодирования) [3].

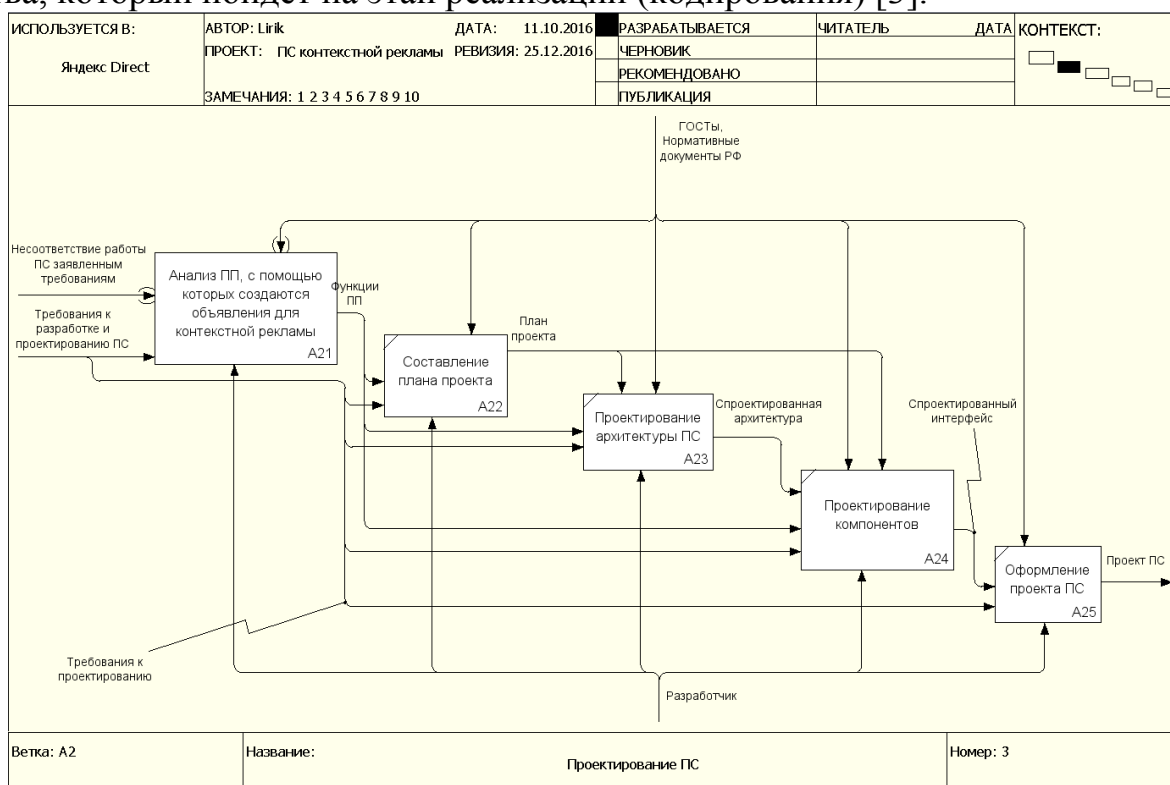


Рис. 1. Проектирование ПС

Чтобы точнее понять, какими функциями должно обладать проектируемое программное средство, и как они реализуются, нужно проанализировать похожие программные продукты (рис.2). Поэтому этап анализа ПП был разбит на 6 процессов, причем не все они должны быть проанализированы последовательно. В данном случае нужно отталкиваться только от порядка ис-

пользования программ при создании объявлений в контекстной рекламе. Первое действие – это работа с программой XMind, в которой составляются ментальные карты. Ментальные карты (майндмэппинг, mindmapping) – это удобная и эффективная техника визуализации мышления [4]. Поэтому первым процессом будет анализ программы XMind, на выходе должны быть функции для составления ментальных карт. Далее будет анализ программы Key Collector, из которой в проектируемое программное средство нужны функции парсинга. Также требуется проанализировать два интернет ресурса PPC-Help и Wordstat.yandex. Результатом анализа должны быть функции генератора фраз, группировки слов, utm генератора и функции сбора статистики запросов по ключевым словам. Предпоследним этапом будет анализ программы Директ Коммандер, из которой требуются функции обработки объявлений. Все данные функции будут входной информацией к последнему этапу – Анализ функций программных продуктов, в котором будет проводиться контрольный анализ всех собранных функций. На выходе будут готовые функции программных продуктов. После чего начнется этап под названием Составление плана проекта.

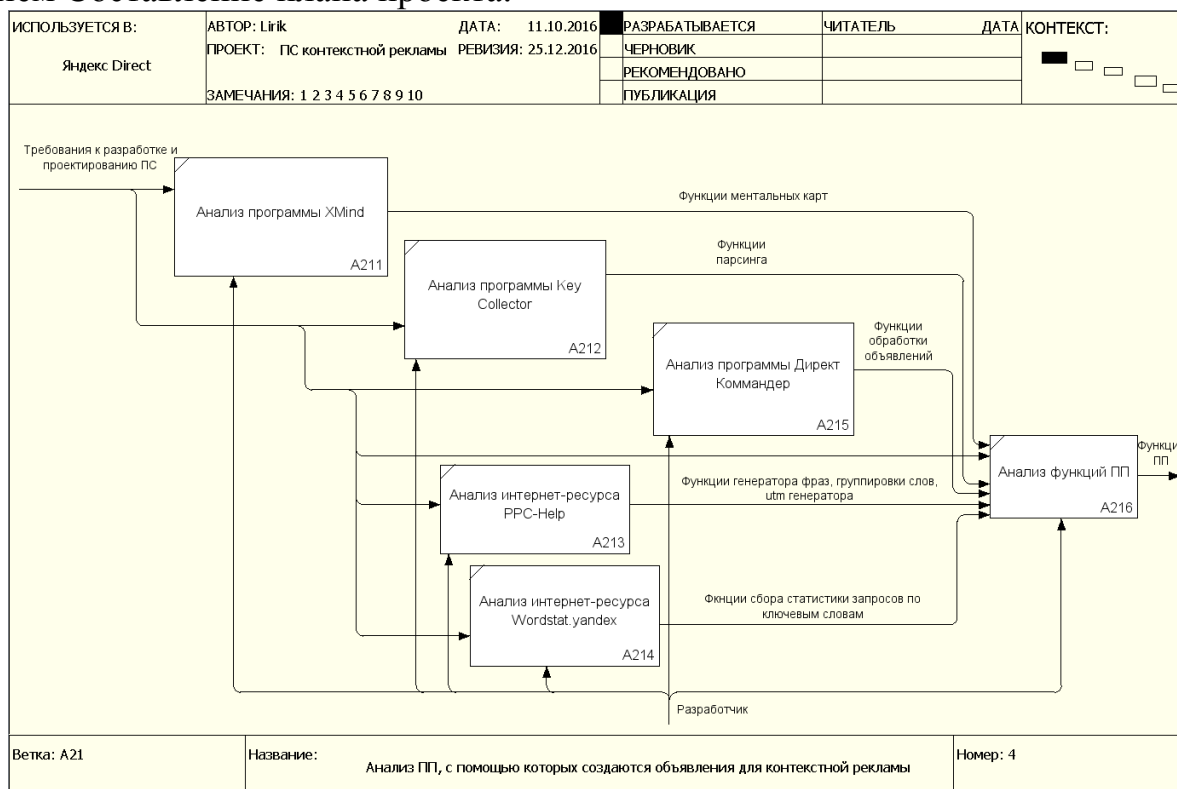


Рис. 2. Анализ ПП

В заключение можно сказать, что только при тщательном анализе сторонних программных продуктов, будет возможно создание программного средства, соответствующего всем требованиям заказчика.

### Список литературы

1. Мышенков К.С., Беляшов А.Н. Методологии, методы и модели для анализа и проектирования систем управления // Вестник МГТУ «Станкин». – 2013. – № 3 (26). – С. 76-82.
2. Мышенков К.С. Методика обоснования выбора CASE-средств для анализа и проектирования систем управления предприятиями // Инновации. – 2013. – № 10. – С. 33-43.

3. Сайт «Хабрахабр». Статья «Проектирование программного обеспечения» [Электронный ресурс]. – URL:<https://habrahabr.ru/company/edison/blog/267569/>
4. Сайт «Колесник». Статья «Ментальные карты» [Электронный ресурс]. – URL:<http://kolesnik.ru/methods/mindmaps/>

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МОДАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Кочнева Т.Н.**

аспирант кафедры автоматике и управления,  
Череповецкий государственный университет, Россия, г. Череповец

**Кочнев Н.В.**

доцент кафедры электроэнергетики и электротехники, к.т.н., доцент,  
Череповецкий государственный университет, Россия, г. Череповец

В статье рассматривается программное и аппаратное обеспечение систем модального управления быстродействующими электроприводами производства холоднокатаной стали на непрерывных прокатных станах в условиях нестационарного динамического нагружения при использовании возможностей системы визуально-имитационного моделирования *MATLAB/Simulink* с приложением *Simulink PLC Coder* и программного пакета *OPC Toolbox*.

*Ключевые слова:* электропривод, модальное управление, программное и аппаратное обеспечение, система визуально-имитационного моделирования.

В настоящее время для прокатного производства актуальными становятся задачи идентификации, выявления причин и устранения нестационарности технологического процесса прокатки, выражающегося в колебаниях основных технологических параметрах, и являющимся основным условием возникновения нежелательных вибраций и автоколебательных процессов, носящих негативный характер для оборудования и качества проката, при обработке металла на непрерывных листовых станах [1].

Применение систем автоматизированного управления электромеханическими системами (САУ ЭМС) с типовыми законами регулирования в системах с нежесткой механикой, в высокодинамичных электроприводах дает неудовлетворительные результаты.

В связи с этим в последнее время вопросы анализа и синтеза систем модального управления (СМУ) быстродействующими электроприводами в условиях нестационарного динамического нагружения становятся все более актуальными [2]. Ранее выполненными исследованиями установлена и доказана высокая эффективность использования модального управления в быстродействующих ЭМС [3].

Управление работой такого сложного объекта как ЭМС требует построения сложной системы управления с использованием современных электронных компонентов и соответствующего программного обеспечения.

Программируемые логические контроллеры (ПЛК, PLC) – являются широко распространенными средствами автоматизации в составе локальных и распределенных систем контроля и регулирования современных электроприводов.

ПЛК осуществляют преобразование, обработку, хранение информации и выработку команд управления или управляющих/регулирующих воздействий, реализованные на базе микропроцессорной техники и работающие в реальном масштабе времени.

Аппаратная реализация САУ ЭМС при модальном управлении возможна несколькими способами.

Для уровня локальных САУ удобней использовать систему визуально-имитационного моделирования *MATLAB/Simulink* с приложением *Simulink PLC Coder* [4], которая ускоряет и делает наглядным процесс разработки и отладки моделей сложных систем управления, включая замкнутые системы и системы с обратными связями. Данный тулбокс дает возможность автоматически генерировать структурированный текст для ПЛК в поддерживаемых форматах файлов, используемых сторонними средствами разработки пользователя.

В системах с несколькими уровнями автоматизации при использовании системы "*MATLAB OPC Server*" возможно использование связи *Simulink* модели с моделью ПЛК или реальным контроллером. Для ПЛК фирмы *Siemens* наиболее предпочтительным является применение *Simatic Net OPC Server*, для симулятора ПЛК (PLC-Sim) оптимальные результаты представляет реализация *SCADA*-системы на базе *WinCC* и *WinCC OPC Server*.

Алгоритм генерации кода для ПЛК приведен на рис. 1.

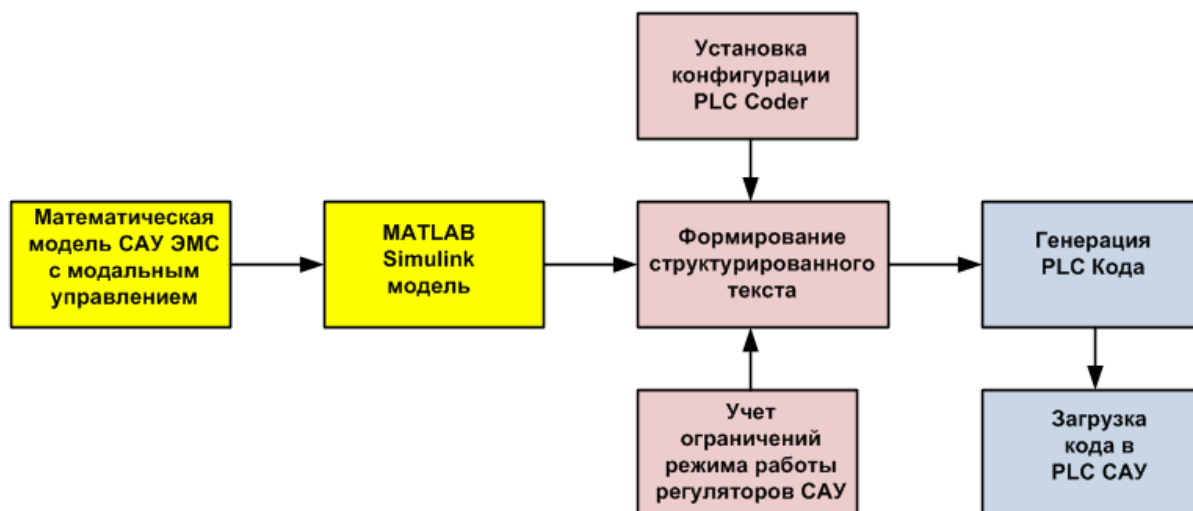


Рис. 1. Алгоритм генерации кода ПЛК

Для тестирования разрабатываемых алгоритмов управления ЭМС необходима замена реального объекта его моделью. Программное обеспечение *MATLAB/Simulink* позволяет создать модель регулируемой ЭМС и исследовать сложные динамические системы.

Используя программный пакет *OPC Toolbox* [5], можно организовать связь модели объекта и пользовательской программы, загруженной в ПЛК,

что позволит произвести тестовые операции и отладить новые алгоритмы модального управления, не прибегая к реальным испытаниям.

Применение программного пакета *OPC Toolbox* позволяет взаимодействовать моделям, созданными в системе *MATLAB/Simulink*, с аппаратными средствами автоматизации.

Схема взаимодействия элементов системы модель ЭМС с реальной САУ электроприводом представлена на рис. 2.

Тулбокс *OPC Toolbox* расширяет возможности среды *MATLAB* и *Simulink* средствами взаимодействия с *OLE for Process Control* серверами. Он позволяет читать и записывать данные с устройств совместимых со стандартами *OPC*, осуществляет взаимодействие с системами распределенного управления (*SCADA*), диспетчерского контроля, захвата данных и с ПЛК. В качестве ПЛК предлагается устройство *Simatic S7 -300* или *400*.

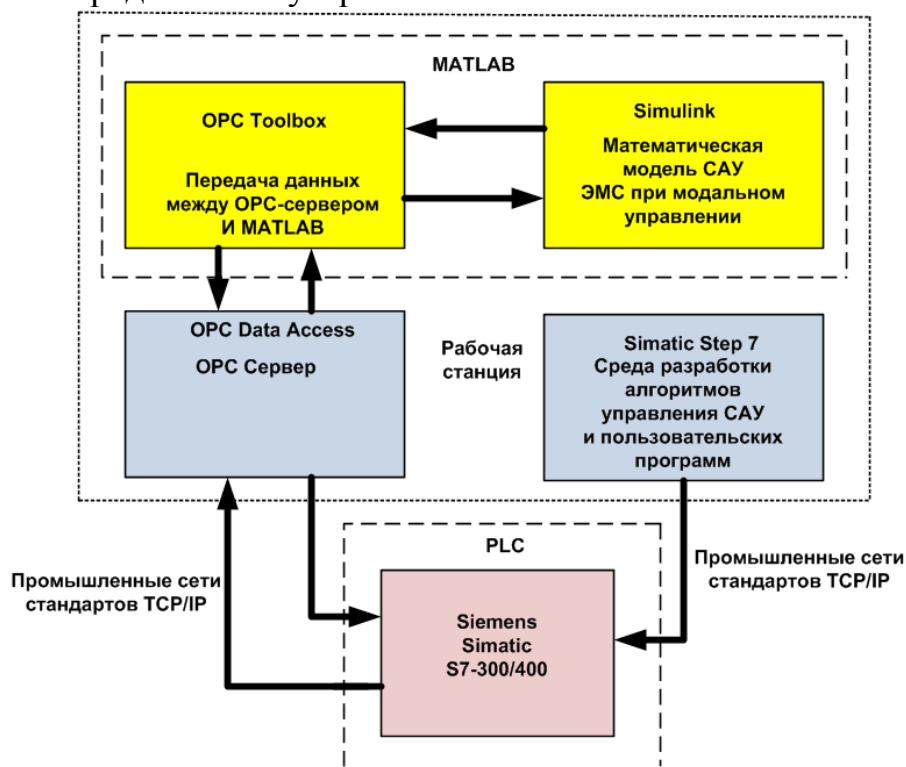


Рис. 2. Схема взаимодействия элементов системы клиент-сервер

Предлагаемая в работе схема взаимодействия элементов позволяет реализовать аппаратное обеспечение ЭМС с модальным управлением при использовании пользовательской программы, загруженной в ПЛК.

#### Список литературы

1. Веренев В.В. Динамические процессы в полосовых станах холодной прокатки. Днепропетровск: Лира. 2015. 348 с.
2. Кочнева Т.Н., Кожевников А.В., Кочнев Н.В. Модальное управление электро-механическими системами в металлургии // Вестник Череповецкого государственного университета. 2013. № 1 (45), Т.1. С. 14-19.
3. Кочнева Т.Н., Кожевников А.В., Кочнев Н.В. Синтез модального регулятора и оценка эффективности модального управления для двухмассовых электромеханических систем // Вестник Череповецкого государственного университета. 2013. № 4 (52), Т.2. С. 15-22.
4. <http://www.mathworks.com>.

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРАСИТЕЛЕЙ В МАРМЕЛАДЕ КАК МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ФАЛЬСИФИКАЦИИ

*Кудинова О.В.*

доцент кафедры товароведения и экспертизы продовольственных товаров, канд. биол. наук, доцент, Донецкий национальный университет экономики и торговли имени М. Туган-Барановского, Украина, г. Донецк

Предложена методика определения искусственных красителей в составе мармелада спектрофотометрическим методом. Анализ образцов показал наличие квалиметрической фальсификации образцов жевательного мармелада и нарушение законодательства производителей в отношении маркировки пищевых продуктов.

*Ключевые слова:* жевательный мармелад, красители, тартаразин, спектрофотометрия, фальсификация.

Кондитерская промышленность радует потребителя новинками. Появляются продукты с улучшенным составом, обогащенные витаминами, биологически активными веществами, соками, экстрактами, пищевыми волокнами и др. Много новых лакомств появляется и для детской аудитории. Мармелад, среди всех кондитерских изделий, является наиболее диетическим низкокалорийным продуктом. Очень «удобным» для творческой фантазии технологов-кондитеров является жевательный мармелад. Из него можно готовить изделия разной формы, консистенции, сочетания цветов, которые привлекают внимание и интерес детей. Таким образом, на рынке появился жевательный мармелад в виде фигурок зверей, червячков, человечков, бутылочек, фруктов и др. Однако родителей интересуют еще и вопросы безопасности и полезности данного продукта. Если в маркировке продукта указано меньшее количество искусственных добавок и большее количество натуральных составляющих, то такому продукту, несомненно, будет отдаваться предпочтение.

В 2008 году Европейский парламент ратифицировал законодательный акт относительно маркирования продукции, которая содержит шесть красителей, входящих в так называемый Саутгемптонский перечень. Запрет использования и особенности маркировки стали следствием научных исследований ученых Саутгемптонского университета (Великобритания), и привели к принятию Европейским парламентом с 20 июля 2010 г. обязательного маркирования надписью «может оказывать негативное влияние на активность и внимание детей» на этикетках продуктов, которые содержат любое количество синтетических красителей E102, E104, E110, E122, E124, E129 [1, с. 28]. Такая маркировка фактически является запретом на использование синтетических красителей в странах ЕС.

Согласно ст. 9 Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» информация о наличии пищевых добавок должна в обязательном порядке содержаться в маркировке пищевых продуктов [2, с. 12].

Нами исследованы 7 образцов жевательного мармелада, предназначенного для детской аудитории, на наличие искусственных красителей, а именно на наличие синтетического красителя Е 102 (тартразин желтого цвета).

Краситель тартразин (Е 102) используется в безалкогольных напитках, кондитерских изделиях. Это синтетический азокраситель. Тартразин был запрещен в ряде европейских стран к использованию как пищевой краситель, но запрет был снят директивой ЕС – 94/36/ес. Например, в Норвегии с 1978 года были запрещены практически все пищевые красители, но под давлением ЕС тартразин и ряд других красителей были разрешены к употреблению в пищевой промышленности с обязательным указанием на упаковке наличия красителя.

Образец 1. «Жувиленд. Жевательные сладости. «Кучерявая кола». Произведено в Украине. АО «Кондитерская фабрика А.В. К».

Образец 2. «Жувиленд. Жевательные сладости. «Африканцы в танце». Произведено в Украине. АО «Кондитерская фабрика А.В. К».

Образец 3. «Juicy Fruit. Jelly Chews™. «Жевательный мармелад со вкусом фруктов и ягод». Произведено в Турции.

Образец 4. «Fruit – tella». Вкусы вот природы. Жевательный мармелад «Супер-напитки». Произведено в России. ООО «Перфекты Ван Мелле».

Образец 5. «Trolli Octopus». Фруктовые жевательные конфеты «Осьминог». Произведено в Испании. Производитель «Trolli Iberica S.A.»

Образец 6. «Желейные конфеты «Медвежата». Произведено в Германии. Производитель «Медерер Субваренвертриебс ГмбХ».

Образец 7. «Haribo phantasia». Фруктовые жевательные конфеты «Фантазия». Произведено в Германии. Производитель «HaribG GMBH CG».

В маркировке образцов № 4, 6, 7 заявлено, что присутствуют натуральные добавки и отсутствуют искусственные красители. Краситель Е 102 заявлен только в образцах 1, 2, 3, 5.

С целью исследования нами была разработана и апробированная методика определения искусственных пищевых красителей с помощью метода спектрофотометрии (рисунок 1).

На рисунке 2 представлены спектры образца мармелада № 1 при исследовании на спектрофотометре. Аналогично краситель Е 102 (тартразин желтого цвета) присутствует во всех исследованных образцах жевательного мармелада. При этом в наибольшем количестве он обнаружен в образцах 2, 3, 5 и 6 (таблица 1). В образцах 1, 4 и 7 Е 102 тартразин присутствует, но в меньшем количестве. При этом в образце 1 он обозначен на упаковке. А образцы 4 и 7 производитель позиционирует как натуральные продукты без добавления красителей.

Проведем расчеты концентрации красителя Е 102 в исследованных образцах, исходя из положения, что разница оптических плотностей при выбранных длинах волн прямопропорциональна концентрации опознавательного элемента. За базис для сравнения взята концентрация Е 102 в образце жевательного мармелада 1 «Жувиленд. Жевательные сладости. «Кучерявая кола» (таблица 1).



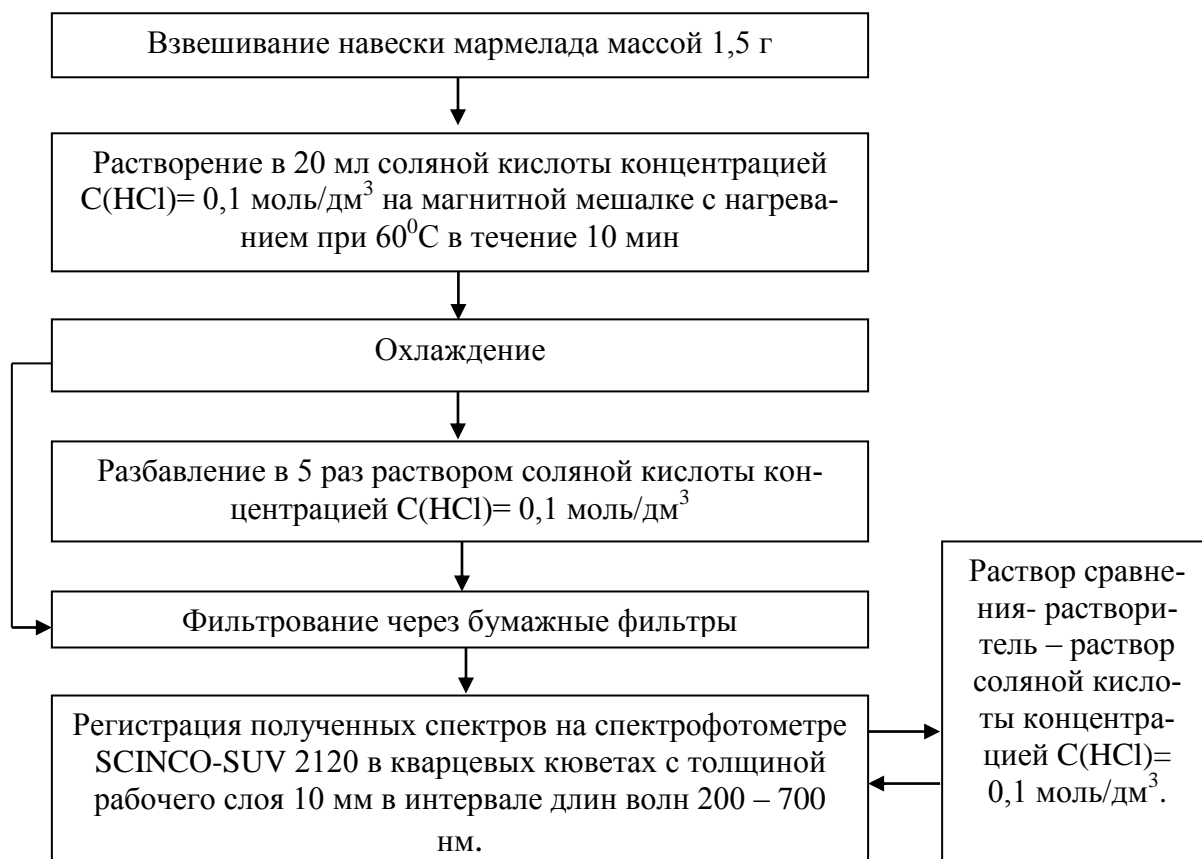


Рис. 1. Предложенная методика определения красителей в жевательном мармеладе с помощью метода спектрофотометрии

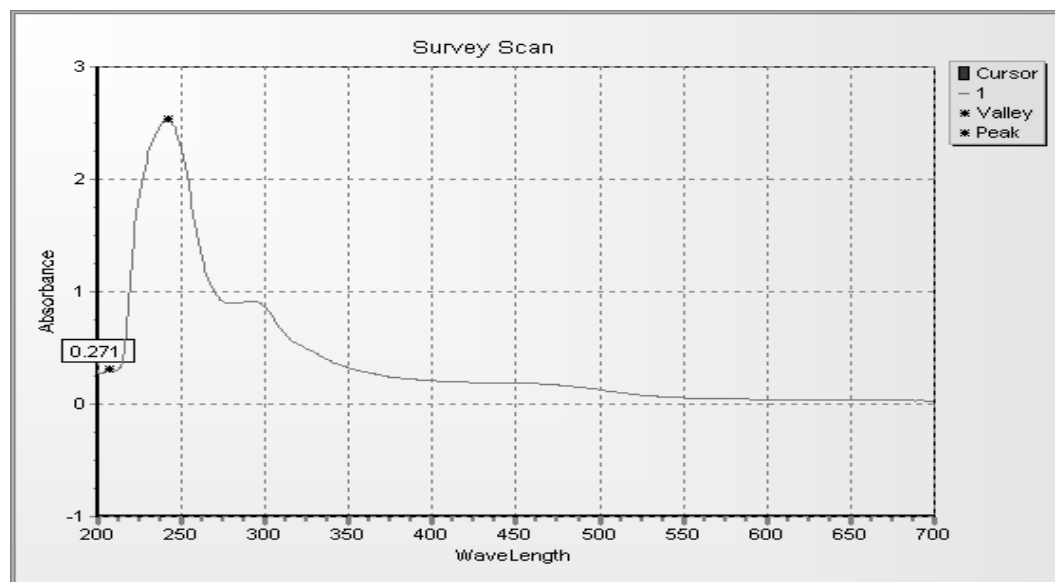


Рис. 2. Образец № 1 мармелада (желтый) в 0,1М растворе bmp

Как видно из таблицы, по отношению к образцу 1, образцы 2, 3, 5, 6 имеют более высокой содержимое красителя (1,15-1,39 раз). Только образец 4 имеет более низкую концентрацию, а образец 7 – такой же показатель.

Таблица

**Расчет концентрации красителя Е 102 в исследованных образцах жевательного мармелада по отношению к образцу 1**

№ образца	Определенные пики оптической плоскости	Образец 1	Разница оптических плоскостей	Условная концентрация
Образец 1	271	271	0	1
Образец 2	312	271	41	1,151292
Образец 3	312	271	41	1,151292
Образец 4	226	271	-45	0,833948
Образец 5	314	271	43	1,158672
Образец 6	377	271	106	1,391144
Образец 7	271	271	0	1

Таким образом, все образцы жевательного мармелада содержали искусственный краситель Е 102 тартразин. При этом его содержание было отмечено на упаковке производителем только в образцах 1, 2, 3 и 5. Образцы 4, 6, 7 не содержат информацию о наличии тартразина. Образцы 4 и 6 обозначены как полностью натуральные, то есть вообще не содержат искусственных красителей. А в образце 7 («Haribo phantasia») указанные красители Е 124, и Е 132, а желтый краситель тартразин не указан.

Таким образом, речь идет о квалитетической фальсификации образцов жевательного мармелада № 4, 6, 7.

**Список литературы**

1. Регламент (ЕС) № 1333/2008 Европейского Парламента та Ради від 16 грудня 2008 року про харчові добавки // Офіційний вісник Європейського Союзу. – L 354. – С. 16-33.
2. Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» [Электронный ресурс]: Регламент принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2012 г. № 58. – Режим доступа: [http://www.tsouz.ru/eeek/RSEEK/RSEEK/SEEK8/Documents/P\\_58.pdf](http://www.tsouz.ru/eeek/RSEEK/RSEEK/SEEK8/Documents/P_58.pdf)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ХАРАКТЕРИСТИК ДОЗИРУЮЩИХ НАСОСОВ**

*Лебедев Н.М.*

магистрант кафедры ПАХТ,  
Московский политехнический университет, Россия, Москва

*Суфиянов Р.Ш.*

профессор кафедры «ПАХТ», д-р тех. наук, доцент,  
Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

На основе экспериментальных исследований проведено сопоставление герметичности перистальтического и мембранного насосов, предназначенных для дозированной подачи жидкости. Получено, что перистальтический насос обладает лучшими по сравнению с мембранным насосом эксплуатационными характеристиками.

*Ключевые слова:* система жизнеобеспечения, дозирующий насос, герметичность.

Для обеспечения и пребывания человека в аппаратах автономного типа используются системы жизнеобеспечения (СЖО) – это группа устройств, позволяющие человеку выживать в условиях крайней ограниченности в ресурсах. В задачу СЖО входит поддержание в кабинах требуемых значений давления, скорости изменения давления, температуры, влажности, скорости движения и расхода воздуха, парциального давления кислорода, углекислого и других газов [3].

В длительных полётах наряду с нерегенеративными подсистемами СЖО, предусматривается наличие бортовых запасов кислорода, воздуха, воды и применяются подсистемы, основанные на регенерации этих веществ на борту летательного аппарата в полете [1]. Ещё космические аппараты «Салют» и «Мир» были способны конденсировать влагу из воздуха и использовали электролиз – для производства кислорода.

В табл. 1 приведены массовые характеристики СЖО, основанных на запасах расходуемых веществ применительно к экспедиции длительностью 50, 100 и 500 суток для экипажа, состоящего из 6-ти человек. Характеристики основаны на нормах потребления основных компонентов СЖО, полученных в результате многолетней практики длительных орбитальных полетов на станциях типа "САЛЮТ", "МИР" и "МКС".

Таблица 1

**Масса компонентов СЖО**

№ п/п	Наименование компонентов СЖО	Масса на 1 чел/сут, кг	Масса на 6 чел 1 сут, кг	Масса на 6 чел. 50 сут, кг	Масса на 6 чел. 100 сут, кг	Масса на 6 чел. 500 сут, кг
1.	Кислород	0,96	5,76	288,0	576,0	2 880,0
2.	Вода:	16,9	101,4	5 070,0	10 140,0	50 700,0
2.1	- питьевая	2,5	15,0	750,0	1 500,0	7 500,0
2.2	- душ, умывание	4,5	27,0	1 350,0	2 700,0	13 500,0
2.2	- на стирку белья	7,0	42,0	2 100,0	4 200,0	21 000,0
2.3	- техническая (на смыв АСУ)	0,6	3,6	180,0	360,0	1 800,0
2.4	- для витаминной оранжереи	0,3	1,8	90,0	180,0	900,0
2.5	- для мытья посуды	2,0	12,0	600,0	1 200,0	6 000,0
3.	Пища	1,75	10,50	525,0	1 050,0	5 250,0
	Итого:	19,51	117,66	5 883,0	11 766,0	58 830,0

Созданию штатных космических регенерационных систем жизнеобеспечения предшествовали обширные исследования медико-биологических и технологических основ их разработок с последующей санитарно-гигиенической и токсикологической оценкой экспериментальных систем.

Например, для регенерационных систем водообеспечения был разработан ряд физико-химических методов и технологий, таких, как метод лиофилизации, метод низкотемпературного испарения и вакуумной дистилляции, окислительно-каталитический метод, методы фотохимического и радиацион-

ного окисления, мембранные методы (ультрафильтрации, мембранного испарения и обратного осмоса), электрохимические методы (метод анодного окисления и электродиализ), газогидратный метод [7].

Некоторые из вышеперечисленных методов легли в основу создания экспериментальных систем регенерации воды из влагосодержащих продуктов жизнедеятельности человека и биолого-технических систем [5]. При этом необходимо проводить процесс в оптимальных условиях с точки зрения энерго- и ресурсосбережения [4,6].

Перспективным направлением в условиях ограниченности ресурсами и энергией является вакуумная сушка остатка дистиллята воды для получения кислорода. Осуществляется она с помощью вакуумных насосов, таких как мембранные, перистальтические, пластинчато-роторные и другие.

Проведены лабораторные исследования на определение герметичности и перетечек 2-х дозирующих насосов (далее ДН) на воде при условии обеспечения нужной подачи жидкости 3 мл за 3-8 сек. При исследованиях использовались следующие насосы:

- 1) Модель DL-РК типа 04-05 фирмы ETATRON мембранный с электромагнитным приводом имеющий максимальную производительность 5 л/ч.
- 2) Перистальтический насос модель В-В фирмы ETATRON с регулировкой производительности от 0 до 100 % с максимальной производительностью 4 л/ч.

Принципиальные схемы экспериментальных установок представлены на рис. 1 и 2.

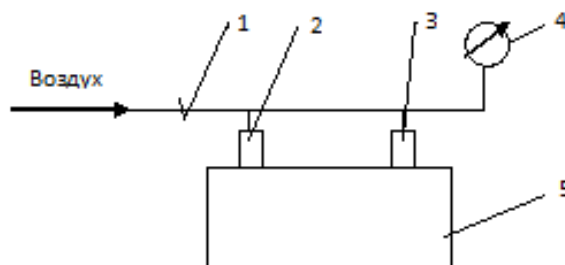


Рис. 1. Схема проверки герметичности ДН: 1-зажим Кохера; 2-входной штуцер; 3-выходной штуцер; 4- манометр; 5-ДН

При открытом зажиме 1 воздух подавался в оба штуцера ДН до штатного критического давления. Зажим закрывался и через 30 мин определялось падение давления в ДН. Насосы обеих моделей показали свою герметичность.

После заполнения водой жидкостных коммуникаций устанавливали емкость 1 на 0,5; 1; 1,5 м выше уровня верхней плоскости ДН при открытых зажимах 2 и 5 и контролировали наличие или отсутствие перетечек по уровню жидкости в мерной емкости 6.

Затем было проведено перестыковка: отсоединялась емкость 1 входного штуцера ДН и подсоединялась к выходному штуцеру ДН. Шланг с мерной емкостью подсоединялся к входному штуцеру ДН.

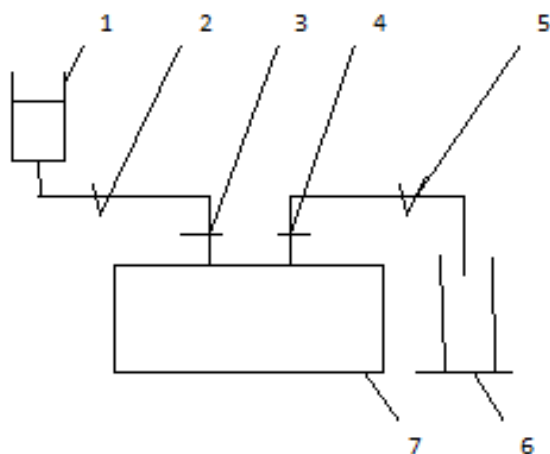


Рис. 2. Схема определения перетечек: 1-емкость заправочная; 2,5-зажим Кохера; 3-входной штуцер; 4-выходной штуцер; 6-мерная емкость; 7-ДН

Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

#### Результаты испытаний

Направление подачи жидкости в ДН	Высота уровня жидкости в емкости 1, м	Объем протечки через ДН, мл/ч	Тип насоса
Во входной штуцер	0,5	420	DL-ПК
	1,0	1350	
	1,5	2850	
В выходной штуцер	0,5	0	DL-P
	1,0	0	
	1,5	0	
Во входной штуцер	1,5	0	B-V
В выходной штуцер	1,5	0	B-V

Перетечки наблюдались в ДН DL-ПК при подаче воды под напором в входной штуцер, при подаче воды в выходной штуцер перетечки не обнаружены, однако перетечки наблюдались при увеличении давления на входе в насос. В то же время в ДН B-V перетечки отсутствовали.

Исходя из проведенных экспериментов, можно сделать вывод о том, что перистальтический дозирующий насос модели B-V показал более высокие эксплуатационные характеристики, чем мембранный дозирующий насос модели DL-ПК типа 04-05.

#### Список литературы

1. Авиация: Энциклопедия / гл. ред. Г.П.Свищев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. 736 с.
2. Лебедев Н.М., Суфиянов Р.Ш. Элементы вакуумных линий системы жизнеобеспечения автономного аппарата // В сборнике: Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции с научной школой для молодежи. Тверской государственный технический университет. 2016. С. 56-59.
3. Малоземов В. В., Рожнов В. Ф., Правецкий В. Н. Системы жизнеобеспечения экипажей летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1986. 584 с.

4. Мухтаров Я.С., Суфиянов Р.Ш. Принципы оптимального расчета систем аппаратов удаления жидкой фазы // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 6. С. 233-234.

5. Романов С.Ю., Железняков А.Г., Телегин А.А. и др. Системы жизнеобеспечения экипажей длительных межпланетных экспедиций // Изв. РАН. Энергетика. 2007. № 3. С. 57-74.

6. Sufiyarov R.S., Yakovleva A.A., Mukhtarov Y.S. Use of technico-economic analysis to determine operating parameters of systems for separating extract from precipitate// Chemical and Petroleum Engineering. 2013. Т. 48. № 9-10. S. 602-607.

7. Чижов С.В., Синяк Ю.Е. Водообеспечение экипажей космических кораблей. Проблемы космической биологии. М.: Наука, 1973. 268 с.

## **ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ С ПОДВИЖНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ТЕПЛООБМЕНА**

***Макеев А.Н.***

доцент кафедры теплоэнергетических систем, канд. техн. наук,  
Национальный исследовательский Мордовский государственный  
университет имени Н.П. Огарева, Россия, г. Саранск

***Широв М.С.***

студент Института механики и энергетике,  
Национальный исследовательский Мордовский государственный  
университет имени Н.П. Огарева, Россия, г. Саранск

В статье описаны конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов с подвижной поверхностью теплообмена. Рассматривается их принцип работы в условиях импульсной циркуляции теплоносителей. Отмечены эксплуатационные характеристики и экономическая эффективность применения данных технических решений.

*Ключевые слова:* система теплоснабжения, теплообменник, металлоемкость, коэффициент теплопередачи, теплообмен, теплоноситель, греющая и нагреваемая среда, площадь теплообмена.

В системах теплоснабжения используется большое число рекуперативных теплообменных аппаратов, в которых процесс теплообмена между греющей и нагреваемой средами, осуществляется через стенку. Как правило, в большинстве применяемых конструкций эта стенка (поверхность теплообмена) неподвижна, а потому такие теплообменные аппараты по мере их эксплуатации характеризуются постепенным снижением эффективности работы. Прежде всего, это связано с тем, что каналы для истечения теплоносителя зарастают накипью и другими отложениями, содержащимися в самих теплоносителях [9].

Однако, если в теплообменных аппаратах названной конструкции реализовать импульсную циркуляцию теплоносителя [1], то отложения накипи на поверхности теплообмена можно не только удалить, но и предупредить ее

дальнейшее образование. Кроме того, в результате импульсного движения теплоносителя наблюдается интенсификация процесса теплопередачи [2, 10].

Рассмотрим конструкцию емкостного теплообменника, техническое решение которого направлено на повышение эффективности его работы за счет интенсификации теплообмена между греющей и нагреваемой средами в условиях импульсной циркуляции греющего теплоносителя [4] (рисунок 1).

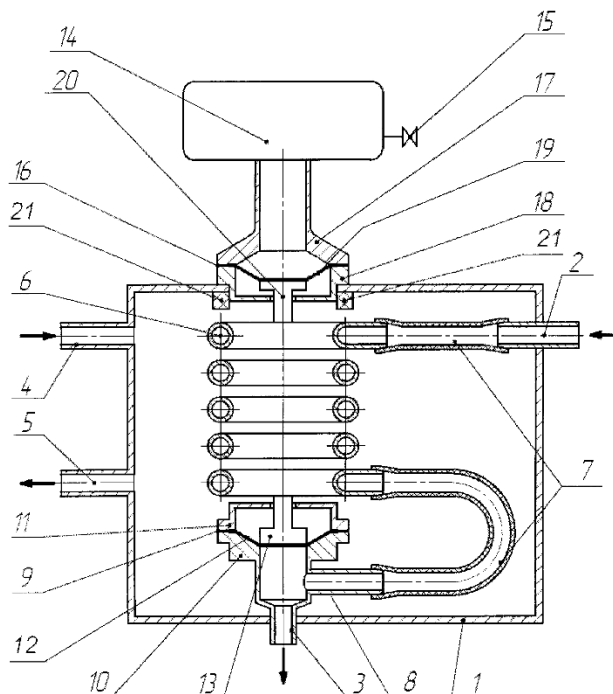


Рис. 1. Схема теплообменника с подвижной поверхностью теплообмена

Данный теплообменник работает следующим образом [7]. Изначально устройство подключается посредством подводящего 2 и отводящего 3 патрубков греющей среды к источнику теплоты с импульсной подачей теплоносителя (на рисунке 1 не указан), а посредством подводящего 4 и отводящего 5 патрубков нагреваемой среды включается в систему теплоснабжения (на рисунке 1 не указана). Импульсная подача греющего теплоносителя достигается за счет использования пульсатора [5] (на рисунке 1 не указан), который организует пульсацию скорости и давления в греющей среде. Возникающая при этом полная или неполная волна гидравлического удара преобразуется в кинетическую энергию движения змеевиковой трубы 6 (в данном случае вверх) за счет мембраны 12 гидромеханического преобразователя 8, которая, поглощая избыточное давление в момент гидравлического удара, прогибается и перемещает связанный с ней диск со штоком 13 относительно полого корпуса 10 и крышки 11. Это перемещение передается змеевиковой трубе 6. Возврат змеевиковой трубы 6 в исходное положение осуществляется за счет воздуха, находящегося под давлением в воздушном ресивере 14, который, воздействуя на мембрану 19 пневмомеханического преобразователя 16, зажатую между его полым корпусом 17 и крышкой 18, перемещает закрепленный к ней второй диск со штоком 20, связанный с верхней частью змеевика 6. Кран 15 обеспечивает возможность создания требуемого давления в воздушном ресивере 14, что позволяет произвести настройку амплитуды

ды колебания змеевиковой трубы 6 под конкретные параметры греющего теплоносителя и создаваемого гидравлического удара. Шланги 7 обеспечивают возможность перемещения змеевиковой трубы 6 относительно кожуха 1, а ограничители хода 2, выполненные из амортизационного материала, выполняют роль демпфера при избыточной амплитуде ее хода, защищая кожух 1 от разрушения.

В результате использования данной конструкции теплообменника обеспечивается интенсификация теплообмена между греющей и нагреваемой средами в условиях импульсной циркуляции греющего теплоносителя при сохранении чистоты теплопередающей поверхности стенок змеевика и уменьшении нерациональных потерь тепла в элементах его конструкции.

Также известна конструкция кожухотрубчатого теплообменника, в котором поверхность теплообмена выполнена подвижной (рисунок 2). Техническое решение направлено на повышение коэффициента теплопередачи в теплообменнике между греющей и нагреваемой средами, снижение металлоемкости конструкции, реализацию эффекта самоочищения пространств греющей и нагреваемой среды. Теплообменник работает следующим образом [3]. Изначально осуществляют подачу греющей среды через трубчатый кожух 1 по подводящему 2 и отводящему 3 патрубкам. Последующая подача нагреваемой среды через подводящий патрубок 5 по трубчатой системе 4, закрепленной в кожухе 1 на демпферно-упругих элементах 7, вызывает перекрытие сечения выходного патрубка 6 трубчатой системы 4 в ударном узле 9, в результате чего возникает гидравлический удар, положительная волна распространения которого приводит к деформации демпферно-упругого элемента 7 (растягивание, смещение, кручение и т.п. – в зависимости от конструкции последнего) и, как следствие, вызывает отклонение трубчатой системы 4 относительно кожуха 1.

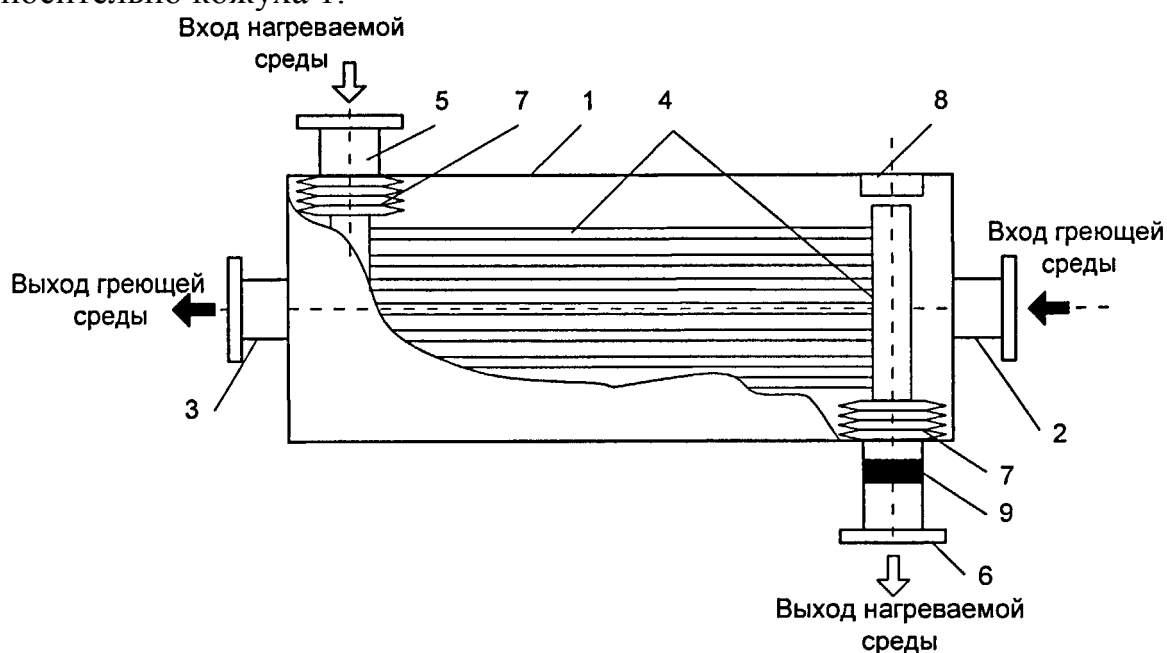


Рис. 2. Схема кожухотрубчатого теплообменника



Израсходовав часть своей энергии в демпферно-упругом элементе 7 и часть в ограничителе хода 8, волна гидравлического удара приводит к открытию сечения выходного патрубка 6 трубчатой системы 4 в ударном узле 9. В результате этого движение нагреваемой среды по трубчатой системе 4 возобновляется, демпферно-упругий элемент 7 и, соответственно, трубчатая система 5 относительно кожуха 1 возвращаются в свое исходное состояние и положение соответственно, после чего процесс вновь повторяется в описанной выше последовательности. Амплитуда, полученных таким образом колебаний трубчатой системы 4, а равно и колебаний поверхности теплообмена, фиксируется ограничителем хода 8, а их частота регулируется частотой перекрытия ударного узла 9.

В системе отопления здания, в которой реализовано импульсное движение теплоносителя [8], также рекомендуется использовать приборы отопления, которые характеризуются повышенным коэффициентом теплоотдачи к нагреваемому воздуху [6].

Таким образом, при использовании предлагаемых вариантов исполнения теплообменных аппаратов коэффициент теплопередачи между греющей и нагреваемой средой может быть увеличен в разы. В свою очередь, этот факт позволит снизить металлоемкости конструкции путем уменьшения площади теплообмена при сохранении номинальной тепловой мощности теплообменника. Кроме того, пульсирующий режим течения теплоносителей, при периодических колебаниях поверхности теплообмена, позволит реализовать эффект самоочищения пространств циркуляции греющей (и/или нагреваемой) сред в теплообменнике. Это позволяет говорить о том, что теплообменные аппараты с активной поверхностью теплообмена, которая предполагает ее движение от использования энергии импульса количества движения теплоносителя, обладают повышенным ресурсом.

#### Список литературы

1. Левцев, А.П. Импульсные системы тепло- и водоснабжения: монография / А. П. Левцев, А. Н. Макеев; под общ. ред. д-ра техн. наук проф. А. П. Левцева. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. – 172 с.
2. Макеев, А. Н. Импульсная система теплоснабжения общественного здания: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. Н. Макеев. – Саранск, 2010. – 20 с.
3. Пат. на полезную модель 95814 Российская Федерация, МПК F28F 1/00. Теплообменник / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, С. Ф. Кудашев; заявитель и патентообладатель гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва». – № 2010108263/22; заявл. 05.03.2010; опубл. 10.07.2010, Бюл. № 19.
4. Пат. на полезную модель 98060 Российская Федерация, МПК F24D 3/00. Система теплоснабжения / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, А. М. Зюзин; заявитель и патентообладатель ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО». – № 2010122249/03; заявл. 31.05.2010; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 27.
5. Пат. на полезную модель 113546 Российская Федерация, МПК F15B 21/12. Ударный узел для газогидравлического устройства (варианты) / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, А. М. Зюзин; заявитель и патентообладатель НОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО». – № 2011141604/06; заявл. 13.10.2011; опубл. 20.02.2012, Бюл. № 5.

6. Пат. на полезную модель 141724 Российская Федерация, МПК F24 H3/00. Отопительный прибор / А. Н. Макеев, С. Н. Ганина; заявитель и патентообладатель федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва». – № 2013149896/06; заявл. 07.11.2013; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16.

7. Пат. на полезную модель 154735 Российская Федерация, МПК F28D 7/02, F28F 27/00. Теплообменник / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, А. А. Голянин; заявитель и патентообладатель федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва». – № 2015102952/06; заявл. 29.01.2015; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25.

8. Пат. на полезную модель 88104 Российская Федерация, МПК F24D 3/02. Система отопления (варианты) / А. Н. Макеев, А. П. Левцев, А. А. Лазарев; заявители и патентообладатели А. Н. Макеев, А. П. Левцев, А. А. Лазарев. – № 2009126711/22; заявл. 13.07.2009; опубл. 27.10.2009, Бюл. № 30.

9. Филиппов, В.В. Теплообмен в химической технологии. Теория. Основы проектирования: учеб. пособие / В. В. Филиппов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2014. – 197 с.

10. Levtsev, A. P. Pulsating heat transfer enhancement in the liquid cooling system of power semiconductor converter / A. P. Levtsev, A. N. Makeev, S. F. Kudashev // Indian Journal of Science and Technology. – March 2016. Vol. 9(11) – P. 1 – 5. DOI: 10.17485 / ijst / 2016 / v9i11 / 89420 ; URL: [http : // www.indjst.org / index.php / indjst / article / view / 89420 / 68096](http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/89420/68096) (дата обращения: 29.01.2017).

## **РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЕВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ 100-250 м ВЬЕТНАМА**

***Нгуен Туан Ань***

заместитель начальника факультета пожарной тактики,  
Институт пожарной безопасности Вьетнама, Вьетнам, г. Ханой

***Нгуен Минь Тиен***

адъюнкт, Академия противопожарной службы МЧС России,  
Россия, г. Москва

***До Хоанг Тхань***

магистрант, Академия противопожарной службы МЧС России,  
Россия, г. Москва

В статье рассматриваются полученные результаты расчётов изменения среднеобъёмной температуры по времени при объёмном свободно развивающемся пожаре в помещениях высотного здания 100-250 м Вьетнама, а именно в комнате офиса, переговоров, архиве, зоне отдыха. Получена максимальная температура при возможном пожаре и время, при котором она будет достигнута.

*Ключевые слова:* сценарий, пожар, помещение, офисное здание 100-250 м.

Оценка условий развития пожара включает в себя расчёты по определению температурного режима пожара и необходимого времени эвакуации в

типовом этаже офисного здания 100-250 м типового этажа офисного здания 100-250 м Вьетнама.

Оценена динамика изменения температуры и задымления помещений при возникновении пожара. Параметры развития пожара установлены в предложении свободного (без тушения) горения.

При расчётах температурного режима пожара и необходимого времени эвакуации учитывалось горение мебели и оборудования во всех четырёх сценариях. Двери помещения, в которых задавался очаг пожара, предполагались открытыми. Таким образом, создавалась возможность задымления коридора.

На рисунке представлены результаты расчета среднеобъёмной температуры по времени при объёмном свободно развивающемся пожаре в помещениях высотного здания 100-250 м Вьетнама.

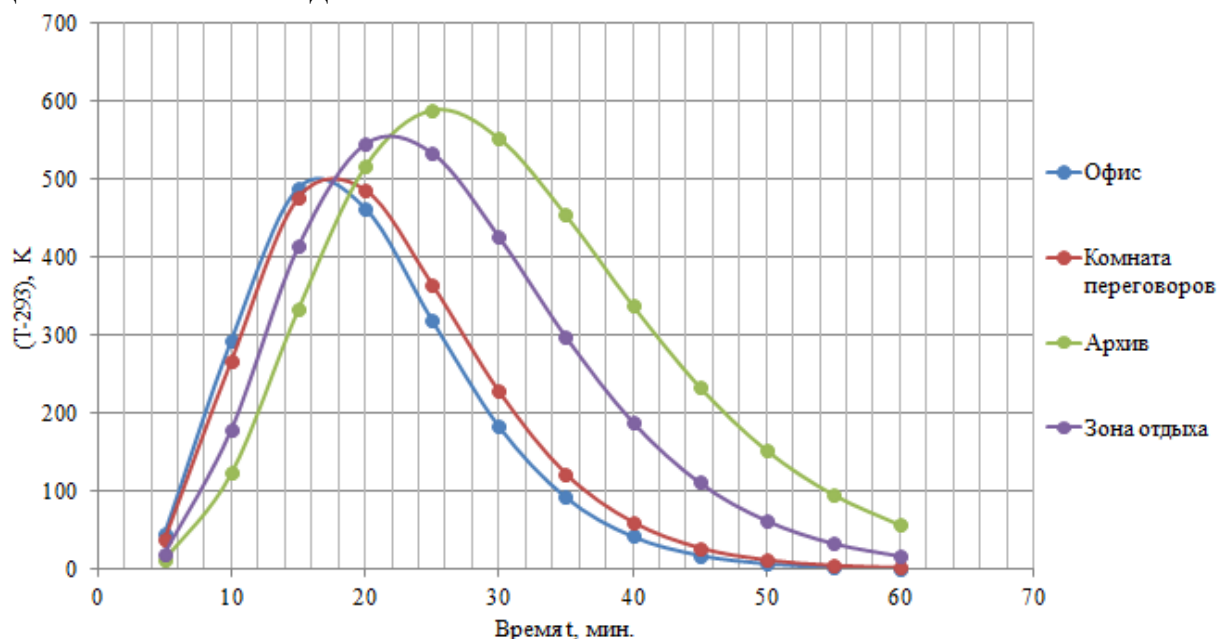


Рис. Изменение среднеобъёмной температуры по времени при объёмном свободно развивающемся пожаре в помещениях высотного здания 100-250 м

#### Сценарий № 1:

- Очаг пожара возникает в офисе на 27 этаже. Выход из офиса непосредственно сообщается с коридором, который ведёт к лестнице.

- Горение распространяется по мебели и оборудованию. В горение вовлекаются вся мебель и оборудование, расположенные в офисе.

- Пожар свободно развивается по площади по линейному закону.

- Над очагом пожара формируется факел пламени и конвективный поток продуктов горения. Выделяющееся тепло расходуется на нагрев горючих материалов и ограждающих конструкций, и частично уносится с нагретыми газами конвективного потока в задымленную зону. Газообразные продукты сгорания, поднимаясь вверх, вовлекают в движение окружающий воздух. При распространении вверх массовая производительность конвективного потока увеличивается, а температура и концентрация дыма снижаются.

- Создаётся задымленная зона, постепенно заполняющая объем офиса.

- После достижения задымленной зоной верхнего потолка начинается ее распространение на примыкающие комнаты и за пределом офиса, эвакуационный путь через коридор блокируется.

Результат расчета температурного режима пожара в офисе показывает, что максимальная температура достигается при 17-ой минуте и представляет 500°C.

*Сценарий № 2:*

- Очаг пожара возникает в комнате переговоров на 27 этаже.  
- В комнате переговоров происходит развитие пожара аналогично описанному в сценарии № 1.

- Дым, поступающий в коридор, за счёт сил плавучести заполняет объем путей эвакуации. Формируется задымленная зона объединённого коридора, примыкающих коридоров и вышерасположенных этажей.

- По мере заполнения дымового резервуара коридора возрастают значения показателей опасных факторов пожара. Пути эвакуации по этажам центральной лестницы последовательно блокируются.

Результат расчета температурного режима пожара в комнате переговоров показывает, что максимальная температура достигается при 18-ой минуте и представляет 500 °С.

*Сценарий № 3:*

- Очаг пожара возникает в архиве на 27 этаже.  
- В архиве происходит развитие пожара аналогично описанному в сценарии № 1 и № 2.

Результат расчета температурного режима пожара в архиве показывает, что максимальная температура достигается при 26-ой минуте и представляет 590°C.

*Сценарий № 4:*

- Очаг пожара возникает в зоне отдыха на 27 этаже.  
- В зоне отдыха происходит развитие пожара аналогично описанному в сценарии № 1, № 2 и № 3.

Результат расчета температурного режима пожара в зоне отдыха показывает, что максимальная температура достигается при 22-ой минуте и представляет 550°C.

В четырёх сценариях возникновения и развития пожара быстрый рост интенсивности тепловыделения обусловлен распространением фронта пламени по легкогорючим материалам и вертикальным поверхностям мебели и оборудования.

Результаты анализа о развитии пожара в четырёх сценариях показывают, что наиболее опасными являются два сценария возникновения и развития пожара – в архиве и зоне отдыха.

Обеспечение безопасности людей при рассмотренных сценариях развития пожара сводится к организации процесса эвакуации. Таким образом, чтобы все люди покидали опасные зоны до момента блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара и обеспечению незадымляемости при пожаре вертикальных путей эвакуации из здания (лестничных клеток).

## АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ В ПОМЕЩЕНИЯХ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ 100-250 м ВЬЕТНАМА

*Нгуен Минь Тиен*

адъюнкт, Академия противопожарной службы МЧС России,  
Россия, г. Москва

*Нгуен Туан Ань*

заместитель начальника факультета пожарной тактики,  
Институт пожарной безопасности Вьетнама, Вьетнам, г. Ханой

*До Хоанг Тхань*

магистрант, Академия противопожарной службы МЧС России,  
Россия, г. Москва

В статье рассматривается вопрос поведения людей при пожарах в помещениях офисного здания 100-250 м Вьетнама. Исследование проводилось методом учёта и опроса людей, присутствовавших в офисных зданиях 100-250 м Вьетнама на момент начала пожара. Представлены результаты анализа характеристик персонала из трёх офисных зданий 100-250 м Вьетнама.

*Ключевые слова:* анализ, поведение людей, пожар, офисное здание 100-250 м.

Обеспечение безопасности людей при возникновении пожара в здании решается путём применения систем обнаружения пожара и оповещения людей о возникшем пожаре, устройством систем дымоудаления и путей эвакуации. Считается, что основным способом достижения безопасности является самостоятельная эвакуация людей из горящего здания. В общем случае математически условие безопасности людей выражается неравенством:

$$t_p \leq t_{нб} \quad (1)$$

где:  $t_p$  – время реальной эвакуации, мин;  $t_{нб}$  – необходимое время эвакуации, мин.

При рассмотрении пожарной безопасности офисных зданий 100-250 м Вьетнама не в полной мере изучен вопрос поведения людей при возникновении пожара и условиях распространения пожара. Исследования проводились методом учёта и опроса людей, присутствовавших в офисных зданиях 100-250 м Вьетнама на момент начала пожара. Всего было опрошено 315 человек, находившихся в условиях реальных пожаров в офисных зданиях 100-250 м Вьетнама. Среди опрошенных было 201 мужчин и 114 женщин. Мужчины в возрасте от 17 до 60 лет, а женщины от 18 до 60 лет.

Проанализированы характеристики персонала по результатам обследования офисных зданий 100-250 м Вьетнама, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристика персонала  
по результатам обследования офисных зданий 100-250 м Вьетнама**

№ п/п	Здание	Число людей (число этажей)	Число людей		
			Престарелые	Мужской	Женский
1	Lim Tower (г. Ханой)	1225 (35 этажей)	11	642	572
2	Keangnam Hanoi Landmark Tower (г. Ханой)	3237 (72 этажа)	23	1733	1481
3	Bitexco Financial Tower (г. Хошимин)	2634 (68 этажей)	17	1503	1114
<b>Всего</b>		<b>7096 человек (763 офиса)</b>	<b>51</b>	<b>3878</b>	<b>3167</b>
<b>Средний процент % на сумму человека</b>			<b>0,72%</b>	<b>54,65%</b>	<b>44,63%</b>

Результаты обследования (табл. 2) свидетельствуют о необходимости разработки мероприятий по организации эвакуации и спасению людей при пожаре.

Таблица 2

**Направленность действий людей  
при пожарах в офисных зданиях 100-250 м Вьетнама**

Анализируемая характеристика	Показатели действий людей после сигнала о пожаре (%)					
	мужчины			женщины		
	первый вопрос	второй вопрос	третий вопрос	первый вопрос	второй вопрос	третий вопрос
1. Действие в случае появления дыма, огня или других опасных факторов пожара	Активное действие (А) 160 чел. 79,6%	Активное действие (А) 41 чел. 20,4%	Пассивное действие (П) - 0%	Активное действие (А) 82 чел. 71,9%	Активное действие (А) 32 чел. 28,1%	Пассивное действие (П) - 0%
2. Выбор путей эвакуации	(А) 36 чел. 17,9%	(П) 78 чел. 38,8%	(П) 87 чел. 43,3%	(А) 45 чел. 39,5%	(П) 19 чел. 16,7%	(П) 50 чел. 43,8%
3. Действие при обнаружении пожара	(А) 84 чел. 41,8%	(А) 117 чел. 58,2%	(П) - 0%	(А) 48 чел. 42,1%	(А) 65 чел. 57,0%	(П) 1 чел. 0,9%
4. Действие в случае необходимости эвакуации	(А) 170 чел. 84,5%	(П) 15 чел. 7,5%	(П) 16 чел. 8%	(А) 79 чел. 69,3%	(П) 17 чел. 14,9%	(П) 18 чел. 15,8%
5. Действие при пожаре, если на этаже есть инвалиды	(П) 12 чел. 6,0%	(А) 180 чел. 89,6%	(П) 9 чел. 4,4%	(П) 12 чел. 10,5%	(А) 96 чел. 84,2%	(П) 6 чел. 5,3%
6. Действие в случае, если вы остались в помещении, которые отрезаны огнем?	(П) 61 чел. 30,4%	(А) 46 чел. 22,9%	(А) 94 чел. 46,7%	(П) 34 чел. 29,8%	(А) 28 чел. 24,6%	(А) 52 чел. 45,6%
7. Действие по спасанию своего имущества	(А) 81 чел. 40,3%	(П) 16 чел. 8%	(А) 104 чел. 51,7%	(А) 32 чел. 28,1%	(П) 14 чел. 12,3%	(А) 68 чел. 59,6%
8. Использование в здании специальных приспособленных помещений под зоны безопасности	(П) 40 чел. 19,9%	(П) 18 чел. 9%	(А) 143 чел. 71,1%	(П) 17 чел. 14,9%	(П) 18 чел. 15,8%	(А) 79 чел. 69,3%

На следующем этапе исследований были получены данные о действиях людей различного пола и возраста в момент обнаружения пожара и после блокирования путей эвакуации (задымления, помещения отрезывались огнём, обрушения конструкций на путях эвакуации, повышения температуры) с использованием анкетного опроса (см. табл. 2).

Третья часть опрошенных (28,9 % мужчин и 30,7 % женщин) не задумывалась об оценке уровня пожарной безопасности здания. При этом меньшинство людей (9 % мужчин и 15,8 % женщин) уверено в пожарной безопасности зданий высоких степеней огнестойкости, т.е. здания, имеющие зоны безопасности.

Результаты изучения особенностей поведения людей при пожарах в офисных зданиях 100-250 м, показывают, что характер поведения в значительной степени обусловлен наличием опыта поведения в подобных ситуациях и осведомлённостью о степени пожарной опасности здания. В меньшей степени на характер поведения влияют возраст и пол человека.

Результаты исследования свидетельствуют о необходимости оснащения офисных зданий 100-250 м надёжными системами оповещения людей о возникновении пожара и необходимости проведения подробного инструктажа сотрудников о порядке действий в случае начала пожара.

## **ПОИСК НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ**

***Полозова А.В.***

студентка кафедры эксплуатации автомобилей,  
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева,  
Россия, г. Кемерово

***Сергеева Ю.А., Мыльникова Т.В.***

студентки кафедры аэрологии, охраны труда и природы,  
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева,  
Россия, г. Кемерово

В статье затрагивается проблема регулирования и управления движением. Алгоритмы управления движением способны в той или иной степени разгрузить улично-дорожную сеть больших городов.

*Ключевые слова:* алгоритм, дорожное движение, автомобилизация, транспортный поток.

Повышение уровня автомобилизации один из аспектов развития экономики как отдельного региона, так и страны в целом. С появлением в 1970 году легендарной ВАЗ-2101 «копейка», автомобиль перестал быть роскошью и стал доступным большинству населения. Данные аналитического центра «АльфаСтрахование» показывают (см. таблицу) что за 45 лет с этого момента

уровень автомобилизации кемеровской области вырос более чем в 30 раз, а по России в целом почти в 60 раз [1].

Таблица

**Автомобилизация населения (авто/1000чел.)**

Субъект РФ	Год							
	1970	1985	1993	1997	2000	2002	2010	2013
Кемеровская область	6,7	50,2	74,6	101,1	114,8	120,3	206,8	209,0
Россия	5,5	44,5	75,7	113,7	132,4	147,7	249,0	257,0

В связи с невозможностью уширения улиц пропорционально росту транспорта в больших городах, высокую актуальность приобретает необходимость реализации прогрессивных алгоритмов управления движением, способных находить оптимальное воздействие с учётом текущей транспортной ситуации.

К числу подобных алгоритмов можно отнести:

1. Использование реверсивного движения на магистралях, где наблюдается существенное колебание интенсивности движения в прямом и обратном направлениях в различные периоды времени.
2. Разделение транспортных и транспортно-пешеходных потоков во времени.

Ярким примером положительной реализации проекта реверсивного движения в улично-дорожную сеть г. Кемерово является локальный участок пр. Советского от ул. Соборной до ул. 50 лет Октября. Данный проект позволил разгрузить улицы 50 лет Октября, Васильева, Красная и Мичурина, а также сократить затраты времени на передвижение от мест работы до мест проживания.

Проведённые исследования позволили выдвинуть гипотезу об актуальности реализации реверсивного движения на участках улиц, связывающих спальные районы с центральным районом города, где сконцентрирована основная масса рабочих мест. Одним из таких участков находится на ул. Автозаводской, соединяющий пос. Южный Заводского района с пр. Кузнецкий, одной из основных транспортных магистралей города. При средней ширине проезжей части в 9 м она имеет всего по одной полосе для движения в каждом направлении, что является причиной регулярных транспортных заторов, особенно при пиковой загрузке. Исследование интенсивности движения на данном участке улично-дорожной сети показало, что у утренний час-пик с 7:00 до 8:00 количество автомобилей, движущихся в направлении «с Южного» более чем в 2 раза превышает количество автомобилей, движущихся в обратном направлении (см. рисунок). С наступлением вечернего часа-пик с 16-30 до 17-30 похожая ситуация наблюдается в обратном направлении.



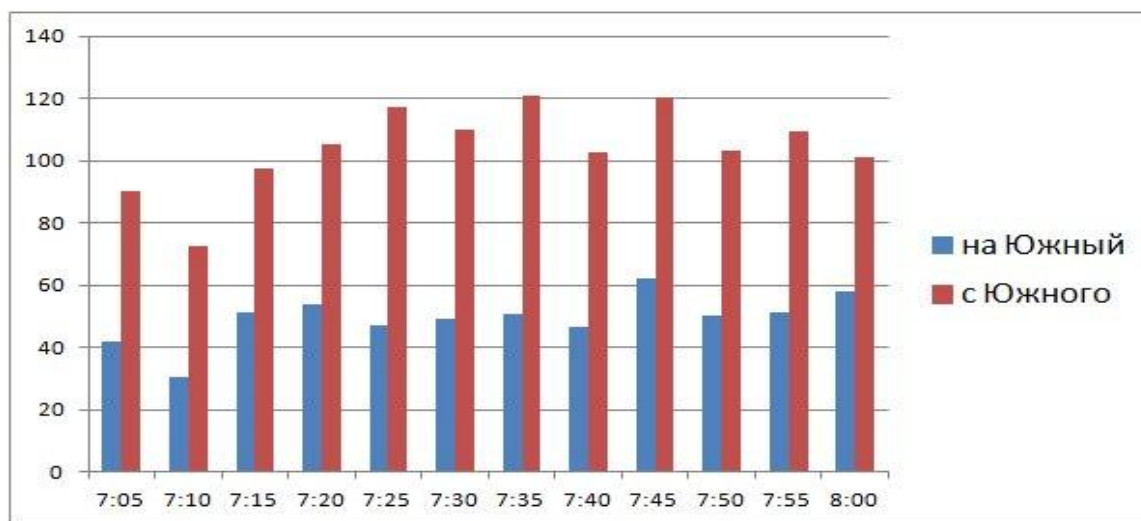


Рис. Изменения степени загрузки прямого и обратного направлений в утренний час-пик с 7.00 до 8.00 по пятиминутным интервалам

Представленная информация наглядно показывает высокую актуальность реализации алгоритмов реверсивного движения по данному участку.

Следующим алгоритмом управления движением, рассматриваемый в нашей статье является разделение транспортных и транспортно-пешеходных потоков во времени. Данный метод заключается в реализации широкого круга задач. Благодаря этому исключаются (или сводятся к минимуму при выполнении правил дорожного движения водителями) конфликты при проезде перекрестков, железнодорожных переездов, мест сужения на дорогах. Наиболее эффективным способом является разделение движения каждого направления на перекрестке. Примером может служить перекрёсток пр. Советского с пр. Кузнецким, а также пересечение пр. Ленина с улицами Дзержинского и Пролетарской, где в отдельную фазу выделено пешеходное движение, что полностью исключило конфликтные направления транспорта и пешеходов, в свою очередь повысив пропускную способность правоповоротного движения.

Оперативность реализации рассмотренных выше алгоритмов снижается за счёт высокой стоимости технических средств организации дорожного движения и сопутствующих расходов на их содержание, однако для повышения эффективности функционирования транспортной системы города затраты будут безусловно оправданы [2].

#### Список литературы

1. Электронная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Автомобилизация> (дата обращения: 11.12.2016).
2. Сборник материалов VII Всерос., научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 21-24 апр. 2015 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: В. П. Тациенко (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2015. (дата обращения: 12.12.2016).

## ПОСТРОЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПРИ ПОМОЩИ БИБЛИОТЕКИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ *OPENCV*

*Приступов В.С., Кирова Ю.С.*

магистранты каф. информационных технологий и автоматизированных систем,  
Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
Россия, г. Пермь

В статье рассматривается одна из популярных задач в области распознавания образов – определение траектории движущегося объекта на видеопотоке. Для облегчения решения подобных задач распознавания существует открытая библиотека компьютерного зрения *OpenCV*. В работе предложена модификация одного из стандартных примеров вычисления оптического потока для определения траектории движения одного объекта на видеопотоке.

*Ключевые слова:* информационные технологии, распознавание образов, построение траектории объекта, алгоритмы.

Теория распознавания образов – раздел информатики и смежных дисциплин, развивающий методы классификации и идентификации объектов, которые характеризуются конечным набором признаков. Необходимость в распознавании возникает в самых разных областях – от военного дела и систем безопасности до оцифровки аналоговых сигналов.

Проблема распознавания образов приобрела серьезное значение в условиях информационных перегрузок. Человек не справляется с линейно-последовательным пониманием поступающих к нему сообщений, в результате чего его мозг переключается на режим одновременности восприятия и мышления, которому такое распознавание свойственно.

В рамках данной работы рассматривается построение траектории движущегося объекта на видеопотоке средствами библиотеки *OpenCV* – библиотеки алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым исходным кодом. Она может свободно использоваться в академических и коммерческих проектах.

Распознавание может осуществляться в различных условиях (например, при повышенной зашумленности видеопотока, быстрой смене плана съемки и т.д.), поэтому определим допущения для исследования в этой работе:

- положение камеры не меняется на протяжении видео;
- исследуемый объект всего один и его реальный размер всегда заранее известен (например, средний кот размером 30 см);
- угол съемки камеры равен 60 градусов;
- отсутствует понятие времени, вместо него используется единица программной обработки.

За основу разработки взят стандартный пример *OpenCV* – *lk\_track*, написанный на языке *python* [1]. В нем уже реализовано чтение видеопотока с *Web*-камеры или видеофайла на жестком диске.

Также в примере реализован поиск ключевых точек на каждом кадре входного видеопотока через стандартную функцию *goodFeaturesToTrack*. Однако следует отметить, что ключевые точки могут быть найдены как на исследуемом объекте, так и на предметах окружения. Точки, относящиеся к окружению, мешают проведению исследования, поэтому должны быть удалены. Также важно отметить, что даже на соседних кадрах могут быть найдены отличающиеся наборы ключевых точек.

От кадра к кадру для каждой из ключевых точек вычисляется оптический поток (трек) изменения ее положения при помощи еще одной стандартной функции *calcOpticalFlowPyrLK*. Функция реализует алгоритм Лукаса-Канаде [2].

Для проведения исследования, пример *lk\_track* был расширен следующими модификациями:

1. Для построения траектории объекта отбираются только те треки, которые не принадлежат окружению.
2. В качестве центра исследуемого объекта выбирается математическое ожидание координат последних точек всех треков на каждом кадре.
3. Размер объекта вычисляется как среднее квадратическое отклонение для последних точек всех треков на каждом кадре.
4. На основании размера объекта и данных камеры определяется расстояние от камеры до объекта.
5. Вычисленные координаты точек траектории объекта сохраняются в виде текстового файла на жестком диске.

Рассмотрим подробнее первую модификацию. Поскольку считается, что положение камеры не меняется во время съемки, определять треки, принадлежащие исследуемому объекту, предлагается следующим образом: если расстояние между первой и последней точкой трека, деленное на размер трека больше, чем половина пикселя, значит данный трек принадлежит движущемуся объекту. В противном случае, трек отбрасывается.

Вторая, третья и пятая модификации довольно простые, поэтому подробно рассмотрены не будут.

Наибольший интерес представляет четвертая модификация, а именно определение расстояния от движущегося объекта до камеры. Допуская, что среднее квадратическое отклонение последних точек треков и есть размер исследуемого объекта, то, зная угол съемки камеры и ширину кадра, можно узнать, сколько градусов занимает объект в кадре. Другими словами, занимаемый объектом угол может быть получен из пропорции вида:

$$OA = \frac{CA \cdot OW}{CW}, \text{ где}$$

*OA* – угол, занимаемый исследуемым объектом в кадре;

*CA* – угол съемки камеры;

*OW* – размер исследуемого объекта в кадре в пикселях;

*CW* – ширина кадра в пикселях.

Зная угол, занимаемый исследуемым объектом в радианах, и размер реального объекта в метрах, можно вычислить на сколько далеко он удален от камеры по формуле:

$$OY = \frac{OW}{\text{atan}(OA)}, \text{ где}$$

$OY$  – расстояние от камеры до объекта в метрах;

$OW$  – реальный размер объекта в мерах;

$OA$  – угол, занимаемый объектом в кадре.

Таким образом, координаты  $X$  всех точек траектории берутся как координаты  $X$  центра исследуемого объекта в кадре, а координаты  $Y$  точек траектории вычисляются как расстояние от исследуемого объекта до камеры.

В качестве теста для алгоритма использовалось видео из сети интернет «Кот ушел», по которому была построена траектория движения кота.

Вычисленную траекторию движения объекта можно отобразить в виде графика с помощью программы *GnuPlot* (рисунок).

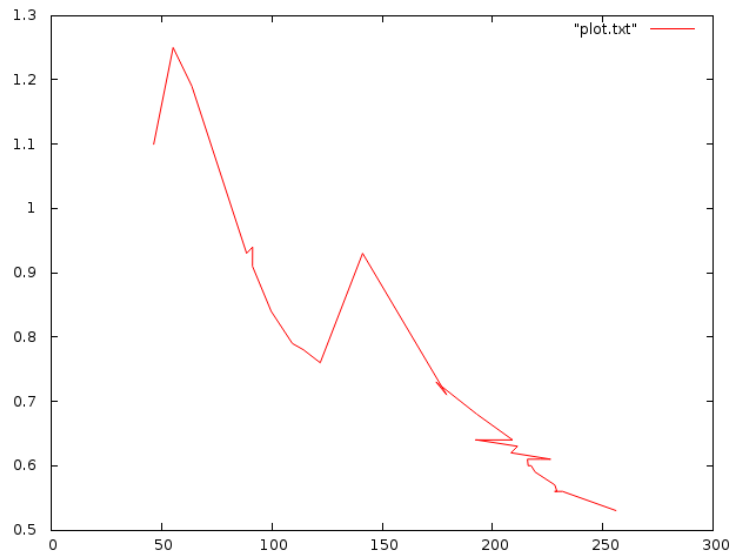


Рис. Вычисленная траектория объекта

Для получения более плавного результата можно использовать один из методов усреднения результатов. Например, метод наименьших квадратов.

#### Список литературы

1. Библиотека компьютерного зрения *OpenCV*. URL: <http://opencv.org/> (дата обращения: 29.01.2017).
2. В.Д. Lucas, Т. Kanade. Итеративная техника распознавания видеопотока // Материалы семинара «Понимание изображений». 1981. 121-130 с. URL: <http://cseweb.ucsd.edu/classes/sp02/cse252/lucaskanade81.pdf> (дата обращения: 29.01.2017).

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАВАРНОГО ХЛЕБА НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Рожков Ф.А.**

магистрант кафедры ИТиМХ (базовая),  
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет инфор-  
мационных технологий, механики и оптики, Россия, г. Санкт-Петербург

**Кузнецова Л.И.**

заведующая кафедрой ИТиМХ (базовая), д.т.н.,  
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет инфор-  
мационных технологий, механики и оптики, Россия, г. Санкт-Петербург

**Парахина О.И.**

к.т.н., Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной  
промышленности, Россия, г. Санкт-Петербург

**Усова Л.В.**

н.с., Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной  
промышленности, Россия, г. Санкт-Петербург

В статье представлены результаты исследования влияния традиционной и ускоренной технологий, используемых на современных хлебопекарных предприятиях при приготовлении ржано-пшеничного заварного хлеба, на показатели качества полуфабрикатов и готовых изделий. Установлено, что образец хлеба заварного кориандрового, приготовленный по ускоренной технологии на ЗСРК «Вега-3», уступал по физико-химическим и органолептическим показателям качества образцу хлеба, приготовленному по традиционной технологии на заквашенной заварке, при этом образцы соответствовали требованиям нормативной и технической документации, что даёт возможность использования как традиционной так и ускоренной технологий приготовления заварных видов хлеба в зависимости от условий производства.

*Ключевые слова:* хлеб заварной кориандровый, мука ржаная хлебопекарная обдирная, заквашенная заварка, заварка сухая ржаная комплексная «Вега – 3», редуцирующие сахара.

На сегодняшний день в многообразном ассортименте хлебобулочных изделий особое место занимают заварные виды хлеба благодаря своему неповторимому вкусу и запаху.

Известно, что для приготовления такого хлеба на современных предприятиях используются как традиционные технологии на осаживаемой, заквашенной (сброженной) и термофильной заварке, так и ускоренные – с применением сухой заварки (муки набухающей) или заварки сухой ржаной комплексной (далее ЗСРК) «Вега», способствующие улучшению качества изделий за счёт замедления процесса черствения, снижения крошковатости мякиши, улучшения цвета корки, вкуса и запаха [1, 2].

Целью настоящих исследований являлось изучение влияния технологий (традиционной и ускоренной) на качество полуфабрикатов и готовых из-

делей. Исследования проводили при приготовлении хлеба заварного кориандрового ТУ 9113-009-11163857-98 [2].

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- изучить влияние технологии приготовления хлеба заварного кориандрового на биотехнологические процессы, происходящие в полуфабрикатах;
- исследовать влияние способа приготовления теста на физико-химические и органолептические показатели готовых изделий.

Объектами исследований являлись:

- заварка (с ржаным солодом ферментированным), заквашенная густой закваской;
- тесто, приготовленное с использованием заквашенной (сброженной) заварки (контроль);
- тесто, приготовленное с использованием заварки сухой ржаной комплексной «Вега-3» (опыт);
- хлеб заварной кориандровый, приготовленный по традиционной технологии на заквашенной заварке (контроль);
- хлеб заварной кориандровый, приготовленный по ускоренной технологии – на заварке сухой ржаной комплексной «Вега-3» (опыт).

Для достижения поставленной цели контрольное тесто готовили в четыре стадии (закваска, осахаренная заварка, заквашенная заварка, тесто). При этом заварку готовили из смеси 15% ржаной обдирной муки и 5% солода ржаного ферментированного и воды с температурой  $95 \pm 2^\circ\text{C}$  в соотношении 1:2 (мука+солод): вода. Осахаренную в течение двух часов при температуре  $50^\circ\text{C}$  заварку охлаждали до температуры  $30\text{--}35^\circ\text{C}$  и заквашивали густой закваской (10% муки в закваске). Для этого заварку, закваску и дрожжи замешивали до однородной массы и выбраживали в течение 120 мин. На сброженной заварке замешивали тесто.

Опытное тесто готовили ускоренным способом – с использованием заварки сухой ржаной комплексной (ЗСРК) «Вега-3» в количестве 23% взамен муки ржаной обдирной.

При оценке качественных параметров полуфабрикатов определяли: температуру, кислотность, влажность, подъёмную силу методом «шарика» и содержание редуцирующих сахаров (мальтозы и глюкозы) в заварке.

Качество хлеба оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям согласно ГОСТ, а также определяли удельный объем, сжимаемость, содержание редуцирующих сахаров (мальтозы и глюкозы), летучих кислот и спирта [3]. Результаты исследований представлены в таблице.

Анализ полученных результатов показал, что в процессе осахаривания в заварке наблюдается положительная динамика накопления редуцирующих сахаров как в расчёте на глюкозу, так и на мальтозу: 35,5 и 36,8 % соответственно.

Таблица

**Влияние способа приготовления теста на физико-химические и органолептические показатели полуфабрикатов и хлеба заварного кориандрового**

Наименование показателей	Значение показателей полуфабрикатов и хлеба заварного кориандрового, приготовленного с использованием заварки	
	заквашенной густой закваской	сухой комплексной «Вега-3»
1	2	3
<b>Физико-химические:</b>		
<b>Заварка:</b>		
Влажность, %		
начальная	68,6	-
конечная	68,4	-
Содержание редуцирующих сахаров, % на СВ в расчёте на:		
-мальтозу		
начальная	42,8	
конечная	58,0	-
-глюкозу		
начальная	23,9	
конечная	32,7	-
Продолжительность осахаривания, мин	120	
<b>Заквашенная заварка:</b>		
Кислотность, град		
начальная	7,1	-
конечная	8,3	-
Подъемная сила, мин	16	-
Влажность, %	68,1	-
Продолжительность брожения, мин	120	-
<b>Тесто:</b>		
Кислотность, град		
начальная	5,4	9,7
конечная	7,8	10,5
Подъемная сила, мин	4	10
Продолжительность, мин:		
-брожения	120	90
-расстойки	25	45
<b>Хлеб:</b>		
Влажность, %	47,4	46,7
Кислотность, град	5,0	5,0
Пористость, %	63,0	60
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,0	1,7
Сжимаемость, ед. пр.	26	19
Содержание редуцирующих сахаров, % на С.В. в расчёте на:		
- мальтозу	18,0	28,3
- глюкозу	9,9	15,8
Содержание летучих кислот, % к титр.	67,7	8,0
Содержание спирта, % С.В.	0,44	0,1
<b>Органолептические:</b>		
Внешний вид:	правильная, соответствует хлебной форме,	
Форма	без боковых выплывов	
Поверхность	ровная, без трещин и подрывов	

Окончание табл.

1	2	3
Цвет корки	темно-коричневый	
Состояние мякиша	пропеченный, сухой, эластичный, не липкий, без следов непромеса	
Цвет мякиша	коричневый	
Состояние пористости	мелкая равномерная, хорошо развитая	
Вкус, запах	более выраженный	менее выраженный

Для заквашивания осахаренной заварки использовали густую закваску с кислотностью 12,5 град и подъемной силой 17 мин. В процессе заквашивания в течение двух часов в заквашенной заварке повысилась кислотность на 1,2 град, а её подъемная сила составила 16 мин.

Установлено, что кислотность и подъемная сила у контрольного образца теста с использованием традиционной заварки, заквашенной закваской, была в 1,4 и 2,5 раза соответственно меньше чем у опытного образца теста, что, вероятно, напрямую связано с наличием высокой кислотности, используемой ЗСРК «Вега-3» из-за содержания в ней лимонной кислоты, которая, в свою очередь, угнетает активность дрожжей.

Анализ физико-химических показателей качества хлеба заварного кориандрового показал, что при традиционном способе тестоприготовления наблюдается увеличение удельного объема, пористости и сжимаемости мякиша на 15, 4,8 и 27% соответственно.

В то же время содержание редуцирующих сахаров (мальтозы и глюкозы) оказалось выше у опытного образца на 57 и 60% соответственно (рис., а).

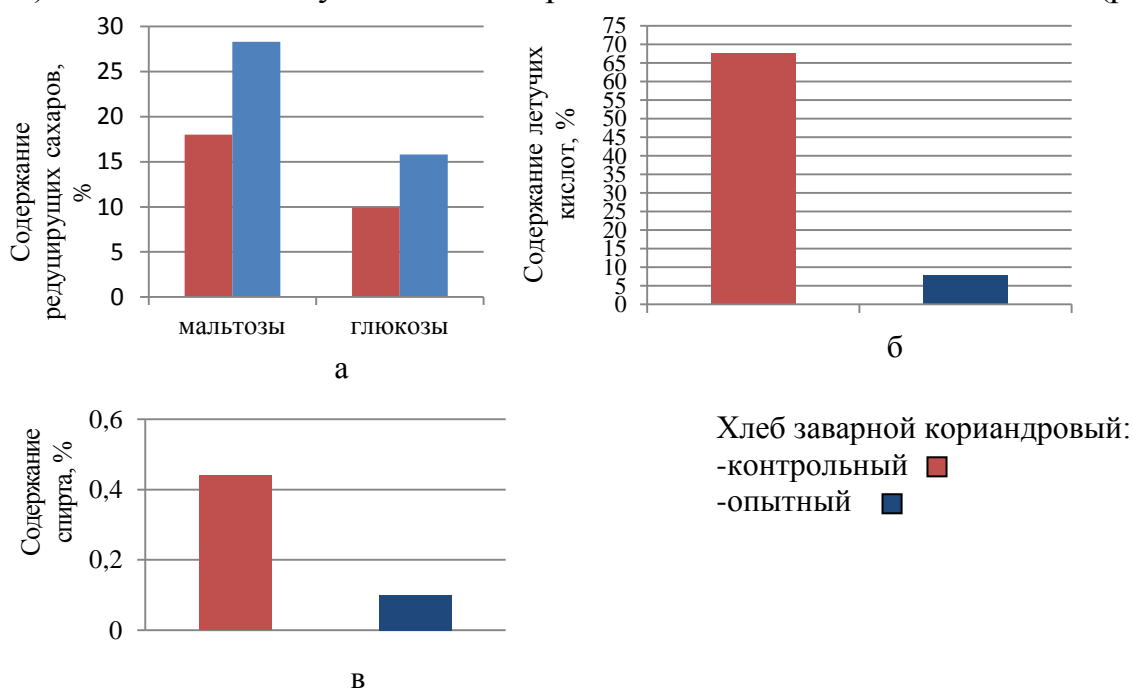


Рис. Влияние технологии приготовления хлеба заварного кориандрового на содержание в нём редуцирующих сахаров (мальтозы и глюкозы) (а), летучих кислот (б) и спирта (в)



Содержание летучих кислот и спирта в контрольном образце, приготовленном традиционным способом, в 8,5 и 4,4 раза выше чем в опытном (рисунок б, в), что подтверждается более выраженным вкусом и запахом.

Таким образом, результаты исследований показали, что образцы хлеба заварного кориандрового, приготовленные как по традиционной так и по ускоренной технологии, соответствовали требованиям ТУ 9113-009-11163857-98 по физико-химическим и органолептическим показателям. При этом контрольный образец хлеба характеризовался большим содержанием летучих кислот и спирта, а опытный – более высоким содержанием редуцирующих сахаров.

В результате исследований выявили, что заварной кориандровый хлеб, приготовленный по традиционной технологии на заквашенной заварке, имел лучшие биотехнологические показатели, а дегустационной комиссией отмечен его более выраженный вкус и запах по сравнению с хлебом, приготовленным по ускоренной технологии на ЗСРК «Вега-3».

Однако, в зависимости от условий производства, для выработки заварных видов хлеба возможно использование как традиционной так и ускоренной технологий, обеспечивающих качество изделий в соответствии с требованиями нормативной и технической документацией.

#### Список литературы

1. Кузнецова Л.И. [и др.] Производство заварных сортов хлеба с использованием ржаной муки. СПб.: филиал ГосНИИХП, Береста, 2003. – 298 с.
2. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства: учеб. пособие для вузов. 4 изд., перераб. и доп. СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.
3. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий. М., ГОСНИИХП, 2008. – 271 с.

## ШУМООБРАЗОВАНИЕ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ОПЕРАТОРОВ СТАНКОВ ДЛЯ ЗАДЕЛКИ ТРОСОВ

**Рудиков Д.А.**

доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», канд. техн. наук,  
доцент, Ростовский государственный университет путей сообщения,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

**Холодова С.Н.**

доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности  
и защита окружающей среды», канд. техн. наук, доцент,  
Донской государственный технический университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

Рассмотрены вопросы процесса образования шума в производственном помещении, в котором расположены станки для заделки тросов. Рассмотрены зоны и составляющие звукового поля и воздействие их на оператора. Выведена зависимость для расчета уровней звукового давления в произвольных точках производственного помещения и по-

казана целесообразность использования акустических экранов для снижения уровней звукового давления.

*Ключевые слова:* шумообразование, нормирование шума, станок для заделки тросов, акустический экран, охрана труда.

Излучаемый непосредственно источником шума прямой звук  $I_{np}$  и звук отраженный  $I_{отр}$  от ограждающих конструкций производственного помещения в совокупности создают звуковое поле [1], которое в ходе теоретических расчетов шума в произвольно расположенных точках производственного помещения необходимо разделять на ближнее звуковое поле и дальнее звуковое поле.

Для каждого типа технологического оборудования в области ближнего звукового поля, рабочее место оператора непосредственно попадает под действие области прямого звука. Для дальнего звукового поля при выполнении теоретических расчетов следует использовать статическую теорию, базирующуюся на представлении звукового поля в замкнутом объеме как диффузном. Граница дальнего звукового поля ограничена условием  $r > l_{max}$ , (где  $r$  – расстояние до расчетной точки от источника шума, м;  $l_{max}$  – максимальный размер излучателя, м).

Для определения границ диффузности звукового поля используется условие:

$$f_{диф} = \frac{500}{\sqrt[3]{V}}, \quad (1)$$

где  $V$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

Следовательно, для области диффузного звукового поля в производственном помещении интенсивность звука равна сумме, Вт/м:

$$I = I_{np} + I_{отр}. \quad (2)$$

В свою очередь составляющая прямого звука для данного типа технологического оборудования определяется по следующей зависимости:

$$I_{np} = \frac{\chi W \varphi}{2\pi r^2}, \quad (3)$$

где  $W$  – акустическая мощность источника, Вт;  $\chi$  – коэффициент, учитывающий влияние ближнего звукового поля источника;  $\varphi$  – фактор направленности источника;  $r$  – расстояние от источника до расчетной точки, м.

Уравнение (3) для более удобного расчета можно представить в виде уровней звукового давления:

$$L = L_w - 20 \lg r + 10 \lg \varphi - 8, \quad (4)$$

где  $L$  – уровень звукового давления, дБ;  $L_w$  – уровень звуковой мощности источника шума, дБ.

Вместо уровней звуковой мощности источника шума  $L_w$  в качестве исходных величин возможно использование создаваемого этим источником

уровней звукового давления  $L_{ист}$ . Для данного случая зависимость (4) будет иметь вид:

$$L = L_{ист} - 20 \lg r + 10 \lg \varphi. \quad (5)$$

Особенности производственного помещения где расположен источник шума, учитываются составляющей отраженного звука:

$$I_{отр} = \frac{4\psi W}{B_n}, \quad (6)$$

где  $\psi$  – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении;  $B_n$  – постоянная помещения,  $m^2$ .

Используя выражения (3 – 6) получаем зависимость для определения уровней шума создаваемых технологическими машинами в произвольных точках помещения:

$$L = L_w - 20 \lg \left( \frac{\chi \varphi}{2\pi r^2} + \frac{4\psi}{B_n} \right) + 10 \lg k_Y \quad (7)$$

где  $k_Y$  – число одинаковых источников.

Для большинства случаев снизить уровень шума в источнике до предельно допустимых значений является невыполнимой задачей. Для таких случаев простым и экономичным способом является проектирование акустического экрана с необходимой величиной акустической эффективности.

Зависимость для расчета уровней звукового давления в произвольной точке была получена на основе исследований Н.И. Иванова [2]. Данная зависимость учитывает звуковую мощность источника шума, параметры акустического экрана и параметры производственного помещения:

$$L_i = L_w - 10 \lg \left\{ r_0^2 \left[ \frac{2 \cdot 10^{-0,13H}}{\pi R^2} \arctg \frac{ab}{2D\sqrt{4D^2 + a^2 + b^2}} + \frac{RD\lambda k_\phi (1 - 0,6\alpha_i)}{2\pi} \times \right. \right. \\ \times \sum_{i=1}^3 \left( \frac{1}{R_b^3 D_b^2} \arctg \frac{b}{2D_b} + \frac{1}{R_a^3 D_a^2} \arctg \frac{a}{2D_a \sqrt{4D_a^2 + a^2 + 4h_u^2}} \right) + \\ \left. \left. + \frac{1 - \alpha_i}{\pi h_u^2} \left( \arctg \frac{D(b + 2h_u)}{2bh_p} - \arctg \frac{D(b - 2h_u)}{2bh_p} \right) + \frac{1 - \alpha_i}{(h_u + h_p)^2 + r_0^2} \right] \right\} - 8 \quad (8)$$

где  $L_w$  – уровни звуковой мощности источника шума, дБ;  $3H$  – параметры звукоизоляции экрана, дБ;  $r_0$  – расстояние между источником шума и расчетной точкой, м;  $R$  – расстояние между источником шума и акустическим экраном, м;  $D$  – расстояние между экраном и расчетной точкой, м;  $k_\phi$  – коэффициент, учитывающий форму ребра экрана (для прямоугольного экрана  $k_\phi = 1$ , для Г-образного  $k_\phi = 0,5$ );  $R_a$  и  $R_b$  – расстояние между источником шума и  $i$ -м ребром экрана, м;  $a_i$  и  $b_i$  – размеры акустического экрана, м;  $D_a$  и  $D_b$  – расстояние между расчетной точкой и  $i$ -м ребром экрана, м;  $h_u$  и  $h_p$  – высоты расположения источника шума и расчетной точки, м.

В случае если у экрана имеются участки различной звукоизолирующей способности, то приведенная звукоизоляция определяется по формуле [3]:

$$ЗИ = ЗИ_0 - 10 \lg \left[ S_0 + \sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{0,1(ЗИ_0 - ЗИ_i)} \right] + 10 \lg \left( S_0 + \sum_{i=1}^n S_i \right), \quad (9)$$

где  $ЗИ_0$  – звукоизоляция основной части экрана, дБ;  $ЗИ_i$  – звукоизоляция  $i$ -го участка экрана, дБ;  $S_0$  – площадь основной части экрана,  $m^2$ ;  $S_i$  – площадь  $i$ -го участка,  $m^2$ ;  $n$  – количество участков.

Коэффициенты  $\chi$  и  $\psi$  могут быть определены по графикам, приведенным на рис. 1. и рис. 2.

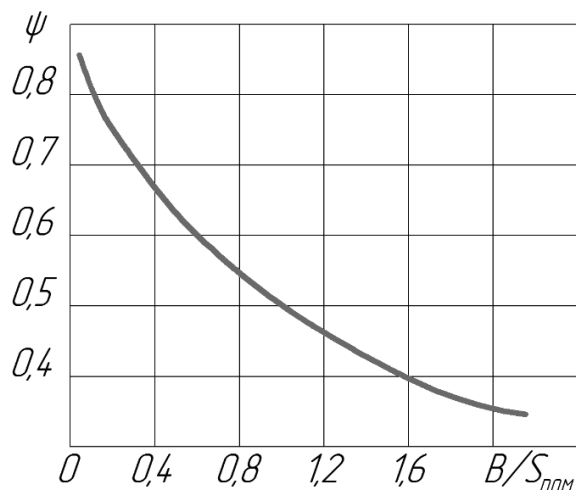


Рис. 1. График для определения коэффициента  $\psi$

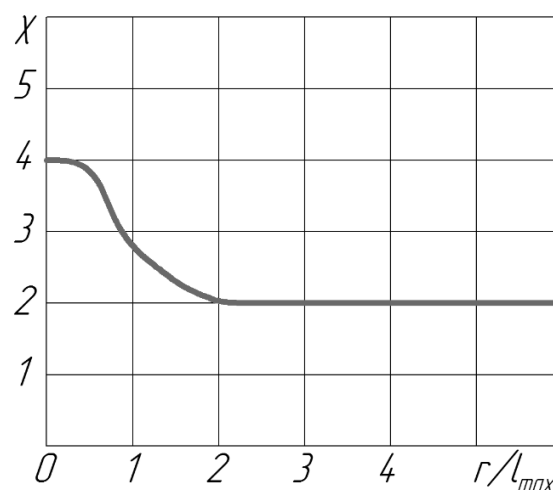


Рис. 2. График для определения коэффициента  $\chi$

#### Список литературы

1. Техническая акустика транспортных машин: Справочник / Л.Г. Балишанская, Л.Ф. Дроздова, Н.И. Иванов и др., под ред. Н.И. Иванова. – СПб: Политехника, 1992. – 365 с.
2. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом : учебник, 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Логос, 2015. – 432 с.
3. Борисов Л.П. Звукоизоляция в машиностроении: учебник / Л.П. Борисов, Д.Р. Гужас. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.

## РОЛЬ АУДИТА В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

**Ручко К.А., Славич А.В., Грищенко А.В.**

магистрант кафедры организации перевозок и дорожного движения  
Дорожно-транспортного факультета, Донской государственной строительной  
университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

**Зырянов В.В.**

профессор кафедры организации перевозок и дорожного движения,  
канд. техн. наук, Донской государственной строительной университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

Аудит выявляет все недостатки проектировки автомобильных дорог, а также раскрывает недочеты при эксплуатации уже существующих дорог, тем самым обеспечивая

безопасность дорожного движения. В статье рассматриваются обозначение слова аудит, и различные критерии оптимизации для обеспечения безопасности дорожного движения.

*Ключевые слова:* Аудит, безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, автомобильная дорога, аварийность.

Аудит безопасности дороги – независимый детальный систематический технический контроль безопасности, связанный с расчетными характеристиками проекта дорожной инфраструктуры и охватывающий все стадии: от планирования до начальной эксплуатации [1, с. 66].

Согласно статистики Всемирной Организации Здравоохранения в год по всему миру погибает 1,25 млн. человек, и 40 тысяч человек получают ранения, из них 5,6 млн. человек из-за неправильных характеристик дорожных проектов и транспортной инфраструктуры. На протяжении многих лет страны ищут методы и пути решения безопасности дорожного движения для участников, на автомобильных дорогах. К примеру, в странах Европы, Канады и США в настоящее время активно используют аудит дорожной безопасности.

Самым главным проблемным компонентом внедрения аудита в сферу дорожного движения является, различие от используемых на данный момент нормативных инструментов, так как, определяющим условием для безопасности движения является: соблюдение стандартных норм и правил по проектированию и эксплуатации автомобильных дорог. Рекомендации по проектированию и эксплуатации автомобильных дорог определяет аудит как самую главную проверку выполненных работ организации при проектировании, строительстве и эксплуатации дорог по существующим нормативным требованиям для организации и безопасности дорожного движения. При этом аудиторы дополняют обязанности нормативных требований, но не в коем случае не противоречит действующим законодательным актам.

Проведенный на ранних стадиях анализ, аудит помогает устранить в будущем потенциальные риски аварийности на сложных участках автомобильных дорог, тем самым можно внести изменения в строительную или проектную часть. Отметим так же экономии бюджета на строительство и эксплуатации в будущем автомобильной дороги.

Согласно «Методическим рекомендациям по организации аудита безопасности дорожного движения при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог» аудит с учетом реализации дорожного проекта бывает:

- проектных документов;
- транспортно-эксплуатационного состояния перед вводом в эксплуатацию;
- дорожных условий;
- организации дорожного движения;
- технических средств организации дорожного движения;
- мест концентрации дорожно-транспортных происшествий и специальный аудит [2, с. 23].

Чтобы выполнить все необходимые обязательства по обеспечению аудита безопасности дорожного движения, необходимо составить критерии такие как:

1. Критерии аудита безопасности дорожного движения для инфраструктурных проектов:

- Расположение автомобильной дороги (горная местность);
- Метеоусловия;
- Виды движения, новой автомобильной дороги;
- Число полос;
- Планировка пересечений;
- Расстояние между пересечениями;
- Функциональность дороги;
- Поперечный профиль (ширина проезжей части, пешеходной дорожки);

- Продольный профиль;
- Железнодорожные переезды.

2. Критерии для стадии детального проектирования:

- Планировка территории;
- Организация дорожного движения (дорожные знаки, разметка);
- Оборудование придорожной полосы (щиты в жилых зонах);
- Предупреждение участников дорожного движения об опасных местах на дороге;
- Ливневые стоки для отвода воды с проезжей части;
- Безопасные места для стоянки автомобиля;
- Адаптационные дорожные системы ограничения (аварийные заграждения для предупреждения безопасности).

3. Критерии для предэксплуатационной стадии:

- Безопасность участников дорожного движения (темное время суток, приемлемые погодные условия);

- Состояние дорожного покрытия.

4. Критерии для начальной стадии эксплуатации:

- Оценка безопасности дорожного движения;
- Оценка участников дорожного движения.

В России аудит начал практиковаться недавно. Основанием его проведения стал отраслевой дорожный методический документ 218.6.010-2013 «Методические рекомендации по организации аудита безопасности дорожного движения при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог».

Ежегодно в Российской Федерации происходят изменения в федеральном законе об организации дорожного движения, но роль аудита в федеральном законе ограничена. Ведь роль использования аудита это в первую очередь рычаг в создании безопасных условий участникам дорожного движения.

Первые применения по организации аудита в России были сделаны в 2015 году на федеральных автомобильных дорогах России. Опыт показал на,

каких участках дорог наблюдалось снижение дорожно-транспортных происшествий и высокое качество транспортно-эксплуатационного состояния дорог. Тем самым это подчеркивает, что в скором аудит станет эффективным методом по повышению безопасности дорожного движения на Российских дорогах.

#### Список литературы

1. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И. Н. Пугачёв, А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 272 с.
2. ОДМ. 218.6.010-2013 Методические рекомендации по организации аудита безопасности дорожного движения при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог. – М.: Информавтодор, 2014. – 24 с.

## АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Рыжов А.А., Коцюба К.Ю.*

магистранты кафедры информационных систем,  
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,  
Россия, г. Москва

В статье рассматривается методика функционального моделирования, применяемая при проектировании ERP систем. Рассмотрены этапы использования методики. Приведены функциональные диаграммы основных этапов методики в нотации IDEF0 и даны их описания.

*Ключевые слова:* функциональная модель, модель IDEF0, ERP система, методология.

ERP-система – корпоративная информационная система, предназначенная для автоматизации учёта и управления. Проект по внедрению ERP системы можно разделить на несколько стадий: планирование проекта, постановка целей; диагностика и анализ требований; выбор и обоснование платформы, готового решения; проектирование информационной системы; документирование и согласование проектных решений; разработка программного обеспечения; тестирование информационной системы; развертывание системы; обучение пользователей; эксплуатация и поддержка, а также оценка результатов. Управление проектами основывается на лучших практиках и методологиях [1].

Важным этапом является проектирование системы на уровне функциональной модели. Она относится к методологии структурного анализа и проектирования, представляет собой совокупность методов, правил и процедур, предназначенных для построения функциональной модели объекта какой-либо предметной области. На ее основе разработана известная методология IDEF0 [2], которая широко используется в проектировании системы.

Методология IDEF семейства ICAM для решения задач моделирования сложных систем, позволяет отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах [3]. С помощью наглядного графического языка IDEF0, система предстает перед разработчи-

ками и аналитиками в виде набора взаимосвязанных функций. Как правило, моделирование средствами IDEF0 является первым этапом изучения любой системы. Методологию IDEF0 можно считать следующим этапом развития хорошо известного графического языка описания функциональных систем SADT [4].

Рассмотрим данную методологию подробнее. На рис. 1 изображена методика функционального моделирования (IDEF0).

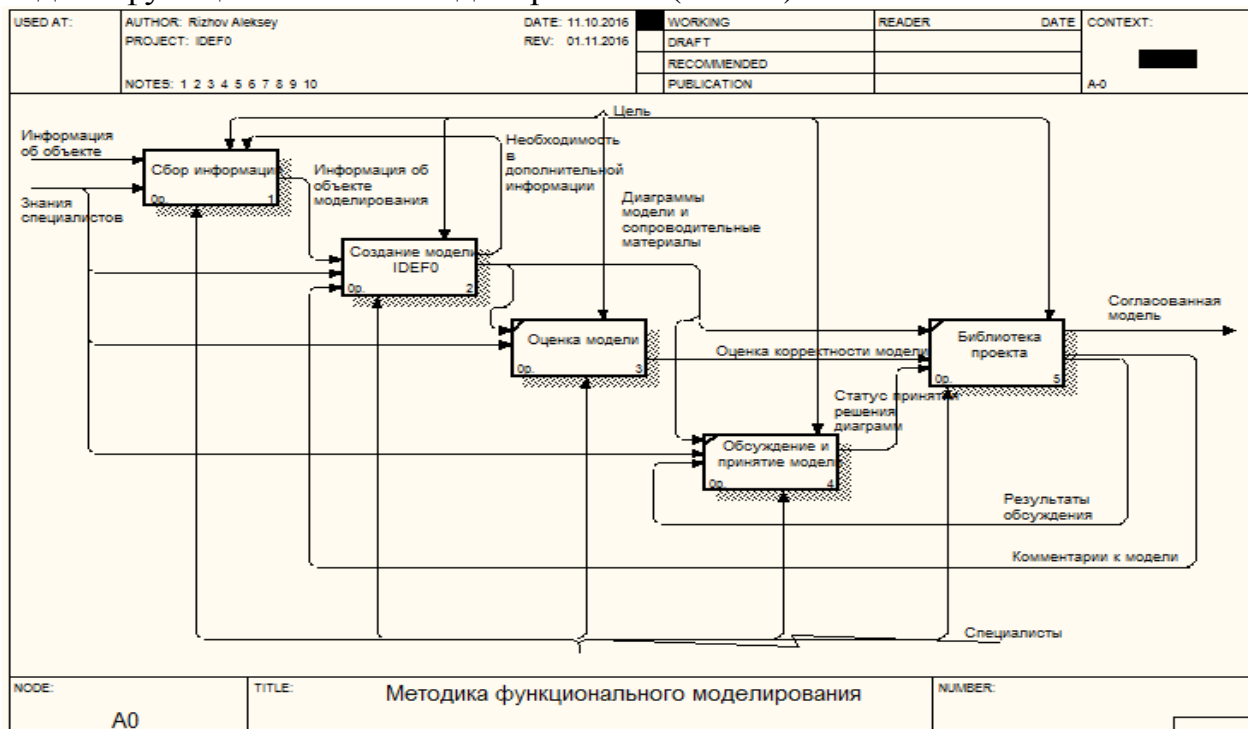


Рис. 1. Методика функционального моделирования

Она состоит из 5 функциональных блоков:

- Сбор информации.
- Создание модели IDEF0.
- Оценка модели.
- Обсуждение и принятие модели.
- Библиотека проекта.

Блок сбор информации – специалисты, опираясь на предоставленную информацию об объекте и свои знания, собирают информацию и осмысливают ее для дальнейшего использования в проекте.

Блок создание модели IDEF0 – ключевой блок, поскольку в нем происходит создание модели и сопроводительного материала, при использовании полученной информации после ее обработки и знаний специалистов. В состав сопроводительного материала входят: сопроводительный текст, краткий обзор, глоссарий. Если данных для создания модели недостаточно, то специалисты указывают о необходимости в дополнительной информации. Данный блок декомпозирован, декомпозицию рассмотрим позже.

Блок оценка модели – после создания модели осуществляется оценка модели. Модель должна удовлетворять требования методологии IDEF0.



Блок обсуждение и принятие модели – специалисты собираются для обсуждения созданных моделей. Обсуждение модели осуществляется при использовании непосредственно самой модели и оценки ее корректности. Если все отвечает требованиям, то принимается положительное решение о принятии модели, если же нет, то указывается что необходимо доработать.

Блок библиотека проекта – в данном блоке хранится вся информация о проекте (модели, сопроводительный материал, оценка модели, результаты обсуждения).

Важно отметить, что на каждом этапе разработки учитывается цель, которая было поставлена перед созданием проекта.

Ранее было сказано, что блок создание модели IDEF0 является ключевым. Рассмотрим его более подробно. На рис. 2 изображена декомпозиция блока создание модели IDEF0.

Декомпозиция состоит из 5 функциональных блоков:

- Идентификация внешних связей.
- Идентификация основных функций.
- Построение контекстной диаграммы.
- Формирование IDEF0 1-го уровня.
- Декомпозиция функций с помощью детализированной диаграммы.

Блок идентификация внешних связей – на вход блока поступает информация об объекте моделирования (проанализированной информации специалистами), исходя из нее определяются внешние связи, которые будут использоваться в построении модели.

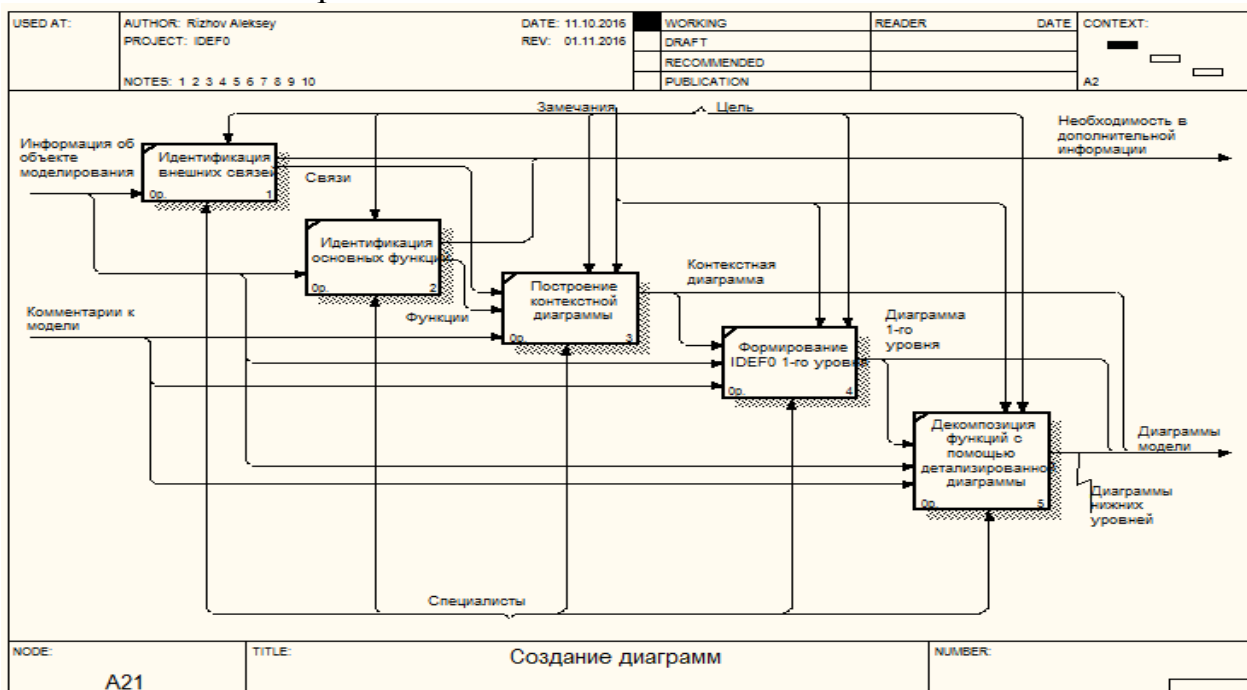


Рис. 2. Декомпозиция блока создание модели IDEF0

Блок идентификация основных функций – аналогично идентификации внешних связей, на вход блока подается информация об объекте моделирования (проанализированная информация специалистами), исходя из нее

определяются основные функции, которые будут использоваться при построении модели.

Если для идентификации внешних связей или основных функций мало информации, то специалисты указывают в ее недостаточности, чтобы предоставили больше.

Блок построение контекстной диаграммы – строится контекстная диаграмма верхнего уровня, состоящая из единственного блока и связями, которые были идентифицированы ранее.

Блок формирование IDEF0 1-го уровня – построение диаграммы 1-го уровня, учитывая контекстную диаграмму, все идентифицированные связи и основные функции.

Блок декомпозиция функций с помощью детализированной диаграммы – осуществляются декомпозиции функциональных блоков на нижние уровни.

При построении контекстной диаграммы, IDEF0 1-го уровня и декомпозиции функций учитываются: цель, сформулированная в начале разработки проекта, комментарии к модели, замечания, которые были обнаружены.

Соответственно, по окончании разработки всех диаграмм (контекстная, 1-го уровня и декомпозиции на нижние уровни) они будут переданы в библиотеку проекта, о котором говорилось ранее. Если все диаграммы удовлетворяют требованиям проекта и специалистов, то по окончании проекта будет сформирована полноценная функциональная модель, удовлетворяющая требования методологии IDEF0.

Таким образом, проектирование системы на уровне функциональной модели является важным этапом во внедрении ERP системы. Функциональная модель относится к методологии структурного анализа и проектирования, на основе которой разработана методология, описанная выше. Она представляет собой совокупность методов, правил и процедур, предназначенных для построения моделей.

#### Список литературы

1. TADVISER, ERP-системы [Электронный ресурс]. 2016. 15 декабря. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:ERP-%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B>.
2. Р 50.1.028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. 2016.
3. Мышенков К.С., Беяшов А.Н. Методологии, методы и модели для анализа и проектирования систем управления // Вестник МГТУ «Станкин». – 2013. – № 3 (26). – С. 76-82.
4. Мышенков К.С. Методика обоснования выбора CASE-средств для анализа и проектирования систем управления предприятиями // Инновации. – 2013. – № 10. – С. 33-43.

## ОЧИСТКА ТРУБ НЕФТЯНОГО СОРТАМЕНТА ОТ АСПО С ПОМОЩЬЮ ПЛАЗМЫ

*Самигуллин А.Д.*

старший преподаватель кафедры ВПА,  
Набережночелнинский институт КФУ, Россия, г. Набережные Челны

В данной статье рассматриваются результаты расчета температуры на внутренней поверхности труб нефтяного сортамента и плавления пристеночного слоя асфальтосмолопарафиновых отложений.

*Ключевые слова:* асфальтосмолопарафиновые отложения, насосно-компрессорные трубы, расплавление АСПО, плазмотрон.

**Введение.** Одной из причин уменьшения добыч нефти и поломок насосного оборудования в нефтяной промышленности является образование асфальтосмолопарафиновых отложений на внутренней поверхности трубопроводов.

Для очистки труб от остатков нефтепродуктов, как правило, применяют абразивноструйный способ, способ промывания растворителем или обработку перегретым паром с последующей механической зачисткой. А также есть другие неординарные способы. Все способы достаточно эффективны, но энерго- и трудоемки в исполнении.

С целью снижения энерго и трудоемкости процесса был предложен плазменный способ очистки внутренней поверхности насосно-компрессорных труб (НКТ).

**Расчет.** Весь процесс очистки описан в работе [1] и [4].

Важным показателем для процессов удаления АСПО является температура плавления, которая позволяет оценить подвижность АСПО и определяется, прежде всего, химическим составом АСПО. Чем выше температура плавления АСПО, тем выше в нем содержание высокомолекулярных, тугоплавких соединений, прежде всего n-парафинов и тем хуже данные отложения поддаются удалению.

Как видно из [3] температура плавления в зависимости от вида АСПО различается. Исходя из этих данных было принято решение рассчитать температуру на внутренней поверхности очищаемой трубы.

Расчет производился в пакете программ Star CCM+.

Для компьютерного моделирования использовали трубу диаметром 70 мм и толщиной стенки 4 мм сталь 20. Физико-механические свойства АСПО в компьютерной модели: плотность – 1000.0 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность – 0.26 Вт/м\*К, удельная теплоемкость – 2200.0 Дж/кг\*К [5].

После проведения компьютерного моделирования был получен график изменения температуры по времени в начале трубы во внутренней поверхности изобразенного на рисунке после удаления источника теплоты т.е. кольцевого плазмотрона [2]. Температура на внутренней поверхности трубы после удаления источника теплоты будет расти за счет коэффициент температуро-

проводности материала трубы до момента выравнивания температуры трубы по всему объему.

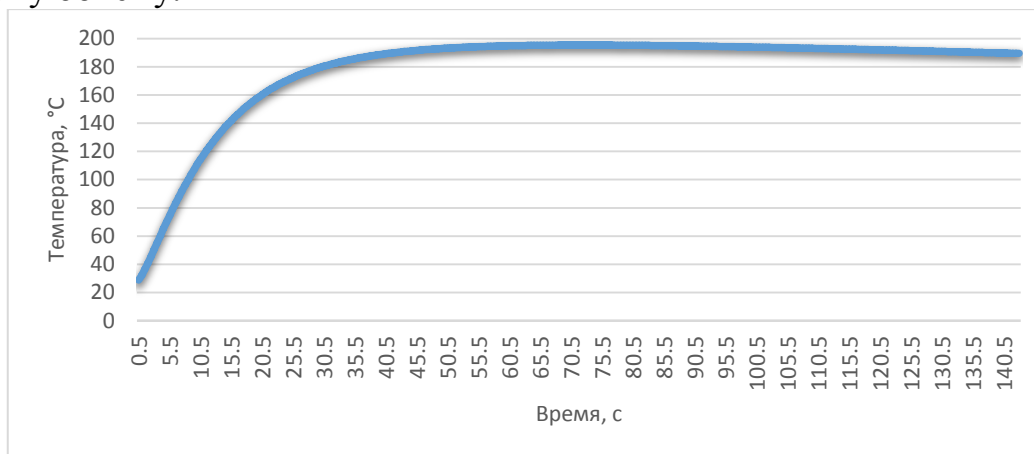


Рис. Изменение температур по времени в начале трубы во внутренней поверхности

Температура плавления АСПО не выше 75 °С и температура кипения  $\approx 550$  °С. По рисунку температура внутренней поверхности трубы не превышает 200 °С, что читается приемлемо для данного процесса очистки труб нефтяного сортамента от асфальтосмолопарафиновых отложений.

**Вывод.** По результатам проведенных исследований выявлено что температура на внутренней поверхности трубы достаточно чтобы расплавить тонкий пристеночный слой АСПО. Данный способ термической очистки позволяет эффективно очищать насосно-компрессорные трубы от асфальтосмоло-парафиновых отложений. Также данный способ является более энергоэффективным за счет применения маломощного плазмотрона и недорогостоящего оборудования.

#### Список литературы

1. Israphilov I.H. Numerical analysis of temperature distribution in bottom electrode of dc arc furnace in process. Israphilov I.H., Israphilov D.I., Bashmakov D.A., Galiakbarov A.T., Samigullin A.D. Contemporary Engineering Sciences. 2014. Т. 7. № 25-28. С. 1483-1491.
2. Samigullin A. D., Galiakbarov A. T., Galiakbarov R. T., Study of the petroleum schedules thermal cleaning process from asphalt, ressin and paraffin deposits using low-temperature plasma//VII Conference on low temperature plasma in the processes of functional coating preparation. – 2016. – Vol.669, Is. – Art. №12017.
3. Иванова Л.В. Исследование состава асфальтосмолопарафиновых отложений различной природы и пути их использования / Иванова Л.В.1, Кошелев В.Н.2, Стоколос О.А. // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2011, №2 <http://www.ogbus.ru>.
4. Самигуллин А.Д. Исследование газодинамических и энергетических параметров генератора объёмной плазмы. Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2015. Т. 1. № 4 (67). С. 31-39.
5. Самигуллин А.Д. Совершенствование процесса термической очистки труб нефтяного сортамента от асфальтосмоло-парафиновых отложений / А.Д. Самигуллин, А.Т. Галиакбаров. МНТК «Информационные технологии. Автоматизация. Актуализация и решение проблем подготовки высококвалифицированных кадров (ИТАП-2015)», 2015 г. – Набережные Челны: Изд-во НЧИ ФГАОУ ВПО КФУ, 2015. – С.54-59.

## ОСОБЕННОСТИ «ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЯСА ШЁЛКОВОГО ПУТИ» В РОССИИ

**Славич А.В.**

магистрант кафедры организации перевозок и дорожного движения  
Дорожно-транспортного факультета, Донской государственной  
строительный университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

**Еремина Л.В.**

доцент кафедры организации перевозок и дорожного движения,  
канд. экон. наук, Донской государственной строительный университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

**Грищенко А.В.**

магистрант кафедры организации перевозок и дорожного движения  
Дорожно-транспортного факультета, Донской государственной  
строительный университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматриваются роль и перспективы для России в крупном проекте Экономического пояса Шёлкового пути. Рассмотрен ряд причин, затрудняющий интеграцию России в Евразийский рынок транзитных перевозок, и ряд мероприятий необходимых для полноценной интеграции.

*Ключевые слова:* Экономические пояса Шёлкового пути, Евразийский рынок транзитных перевозок транспорт, транзитная политика, транспорт.

Транспорт – одна из важнейших отраслей экономики государства. Развитие транспортной отрасли определяет пространственную доступность, качество, мобильность населения и уровень жизни, свободу перемещения товаров и оказания услуг, внешнеэкономическую деятельность.

Проект Экономического пояса Шёлкового пути (ЭПШП) очень амбициозен и рассчитан на долгий срок. На первый план при выполнении выходит инфраструктурная и транспортная составляющие, на второй – социально-экономическое развитию стран, участвующих в проекте ЭПШП в виде экономического сотрудничества, инвестиционных вложений и торговых связей, практику товарных и иных кредитов.

Россия несет потери от слабо развитой транзитной политики. В частности, из-за нерешенной проблемы правового статуса транзита. Отсутствие закона о транзите, а также специального государственного органа, который координировал бы транзитную, тарифную и таможенную политику на транспорте, вызывает большое количество экономических и социально-политических проблем.

Рост транзитных возможностей позволит России встроиться в глобальную транспортную систему, увеличить рост национального валового продукта (НВП). Транспортные услуги становятся в одной из крупнейших после нефтегазового сырья элементов российского экспорта, что уменьшит риски,

связанные с ухудшениями конъюнктуры на рынках сырья. Более широкими станут возможности экспорта российских товаров на развивающихся рынках стран Южной Азии и Азиатско-Тихоокеанского региона [4].

Использования транзитного потенциала России, который используется на данный момент лишь на 6-8%, возможна только при совокупном развитии транспортных коридоров по направлению Запад – Восток, Север – Юг и Северного морского пути.

Осенью 2013 года председатель КНР Си Цзиньпин объявил о начале исполнения проекта «ЭПШП», целью которого является сотрудничество Китая в сфере торговли, транспорта и инвестиций со странами, расположенными на Евразийском континенте.

Реализация ЭПШП предполагает создание современных международных логистических центров и хабов на основных международных транспортных коридорах, проходящих по территории Евразии: Западная Европа – Западный Китай, Север – Юг, Восток – Запад и Северный морской путь [1].

Без сотрудничества с Россией, без её участия китайский проект Шёлкового пути будет неполноценен, если вообще реализуем. Северный коридор нового Шёлкового пути проходит из Западного Китая через Казахстан в Россию, в Оренбург – к Санкт-Петербургу и Балтийскому морю, а также через Белоруссию и далее через Варшаву – в Западную Европу.

Россия является не только транзитером (страной, обеспечивающей транзит грузов по своей территории и получающей через это прибыль), но и ключевым партнером евразийского коридора в Северной его части [2].

Сотрудничество России и Китая, можно рассмотреть в рамках трех видов взаимосвязанности: физической, институциональной и межчеловеческой.

Проекты, в которых принимает участие, Россия нацелены на углубление взаимосвязанности между государствами ЭПШП.

В регионе развита миграция, в особенности, иммиграция в Россию из стран Центральной Азии. Развитию межчеловеческой взаимосвязанности способствуют соглашения и договоренности на межгосударственном уровне в этой сфере (например, сотрудничество России и Таджикистана). Важным в этом направлении является развитие туризма (можно выделить двусторонние инициативы России и Китая, а также трехсторонние – России, Монголии и Китая).

Что касается институциональной взаимосвязанности, то сотрудничество в этом аспекте также имеет перспективы. Например, с некоторыми странами развиваются инициативы по либерализации торговли (Турция, Индия, государства – члены СНГ), также большую роль играют инициативы по формированию благоприятных условий для привлечения инвесторов на взаимной основе. Последнее необходимо развивать во взаимодействии с каждым из партнеров по ЭПШП. Большое значение имеют точечные меры, например, инициативы по упрощению административно-таможенных процедур.

На практике функционирование и развитие международных транспортных коридоров означает проведение скоординированной политики,

направленной на устранение административных, технологических, технических и экономических барьеров в рамках каждого коридора, путем гармонизации, стандартизации и системного планирования.

Условия, затрудняющие интеграцию России в Евразийский рынок транзитных перевозок:

1. Развал СССР и дальнейшие кризисы в экономике, процесс распада на постсоветском пространстве привели к тому, что транспортная инфраструктура в последние десятилетия практически не развивалась и все больше ухудшается из-за недостаточного капиталовложения в ее модернизирование, содержание и ремонт.

2. Состояние железнодорожной инфраструктуры Транссибирской магистрали и БАМа не удовлетворяет потребности роста рынка грузоперевозок – коэффициенты использования мощности на части участков превышает предельно допустимые значения. За последние 10 лет на восточном полигоне нагрузка на сеть Транссибирской магистрали увеличилась с 340 млрд до 570 млрд т/км в год и продолжает расти, несмотря на общее падение перевозок. Согласно статистике в 2013 г. протяженность участков с лимитированной провозной способностью на восточном полигоне Транссибирской магистрали составляла 3,2 тыс. км. В случае малых объемов финансовых вложений для их реконструкции к 2018 г. общая протяженность участков составит 8,1 тыс. км, или 75% всей сети восточного полигона магистрали. Железнодорожная инфраструктура очень изношена. Недофинансирование на ремонт путей чревато еще большим снижением скорости движения на сети и ростом числа аварий [3].

Для увеличения транзитного грузопотока через Россию необходимо:

- усовершенствовать таможенные процедуры, обеспечивающие работу без длительных простоев груза, а также оптимизировать документооборот, в том числе за счет организации перевозок по единому транспортному документу;
- облегченная процедура пересечения границ государств, через территории которых проходит маршрут (Китай, Россия, Казахстан, Белоруссия), ведь даже небольшие задержки по пути усложняют ситуацию для отправителя;
- переход на универсальную колесную пару.

Международные автоперевозчики уже не однажды доказали, что трансконтинентальные доставки автотранспортом возможны и экономически эффективны. Автокараван Лиссабон – Владивосток в 2004г. и Пекин – Брюссель в 2005г., подтвердили тезис о том, что по времени доставка грузов сухопутным путем из Азии в Европу осуществляются быстрее, чем морем в два, а иногда и в три раза [4].

Задача международного бизнес сообщества – дать «зеленый» свет таким перевозкам: сломать стереотипы грузоотправителей о том, что только морем или железной дорогой можно перевозить грузы из Китая или Кореи в Европу, сократить всевозможные простои автотранспорта в пути.

Выполнение проектов требует полной согласованности действий всех стран-участников. При строительстве автомобильного коридора Западная Европа – Западный Китай происходит межгосударственная несогласованность между Россией и Казахстаном. Казахстан находится в завершающей стадии реализации части проекта по строительству, в то время как России далека от завершения [5].

Выводы. Географическая близость Дальнего Востока Российской Федерации к странам Северо-Восточной Азии и развитие международной кооперации производительных сил, организуют перспективы крупных транзитных перевозок. Ведется работа по модернизации и совершенствованию транспортной системы с тем, чтобы в максимальной мере объединить интересы России и ее партнеров по внешнеэкономическому сотрудничеству.

Наличие разветвленной сети автомобильных и железных дорог представляет собой стратегически значимое геополитическое преимущество государства, но говорить о высоком развитии транспортной отрасли можно лишь при условии, если ее нагрузка стабильна в течение долгосрочного периода. Поэтому экономическое сотрудничество в области транспортного сообщения способствует и росту геополитического потенциала страны, и регионов.

Для России Северо-Восточная Азия дает реальный шанс интегрироваться в мировую экономику через участие в многосторонних экономических проектах, позволяет стать "мостом" развития торгово-экономических связей со странами Европы и внутри самого региона. Этот фактор также определяет специализацию и перспективы участия Дальнего Востока Российской Федерации в региональной интернационализации.

#### Список литературы

1. Совместное заявление Российской Федерации и Китайской Народной Республики о сотрудничестве по сопряжению строительства Евразийского экономического союза и Экономического пояса Шелкового пути. Москва, 8 мая 2015 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kremlin.ru/supplement/4971>. – Загл. с экрана.
2. «Место России на Великом Шелковом пути» [Электронный ресурс] – Режим доступ <http://www.ruchina.org/china-article/china/340.html>. – Загл. с экрана.
3. «Шёлковый путь нашего времени: как Россия и Китай создают евразийскую экономику». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://tass.ru/politika/1956892>. – Загл. с экрана.
4. Алиев Т. М. Экономический пояс Евразийской интеграции: доклад о путях реализации проекта сопряжения интеграции Евразийского экономического союза и Экономического пояса «Шёлкового пути». – М.: ИТИ, 2016 – 200 с.
5. «Россия выезжает на «Шелковый путь»» [Электронный ресурс] – Режим доступа [http://press.rzd.ru/smi/public/ru?STRUCTURE\\_ID=2&layer\\_id=5050&refererLayerId=5049&id=296431](http://press.rzd.ru/smi/public/ru?STRUCTURE_ID=2&layer_id=5050&refererLayerId=5049&id=296431). – Загл. с экрана.



## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗГОННОГО БЛОКА

**Соколов В.Н.**

заместитель директора по научной работе, заместитель генерального конструктора, д.т.н., ФГУП МОКБ «Марс», Россия, г. Москва

**Офицеров В.П.**

заместитель заведующего кафедрой по научной работе, доцент Московский городской педагогический университет, Россия, г. Москва

**Бочаров М.В.**

начальник сектора, ФГУП МОКБ «Марс», Россия, г. Москва

**Рябогина И.А.**

аспирант, Московский городской педагогический университет, инженер, ФГУП МОКБ «Марс», Россия, г. Москва

В статье представлены результаты анализа процесса адаптации системы управления разгонного блока при подготовке к пуску. Определена необходимость и целесообразность автоматизации данного процесса. Разработана первичная стратегия разработки информационной системы адаптации СУ РБ. Проведена оценка повышения эффективности, качества и надежности процесса адаптации с использованием информационной системы СУ РБ.

*Ключевые слова:* информационная система, автоматизация, разгонный блок, адаптация.

Выведение космических аппаратов (КА) на целевые орбиты в большинстве случаев требует многократного активного маневрирования в космосе с реализацией последовательных переходов с одной орбиты на другую с оптимизацией расхода топлива на маневры. При этом сама ракета-носитель (РН) примерно за 10 минут обеспечивает только необходимые начальные условия для последующего маневрирования, а дальнейшее многочасовое выведение КА осуществляет разгонный блок (РБ), представляющий собой самостоятельную ракетную ступень с возможностью многократного включения маршевого двигателя после длительных интервалов пассивного полета. По сути, РБ представляет собой космический буксир, последовательно переводящий КА с орбиты на орбиту вплоть до требуемой целевой орбиты и отделения КА.

Следует отметить, что из-за различных условий пуска (время старта РН, время года, масса КА, особые требования по ориентации КА в процессе выведения, параметры целевой орбиты и т.д.) практически отсутствует повторяемость реализуемых циклограмм выведения, что требует проведения для каждого конкретного пуска значительных по объему работ по адаптации системы управления (СУ) РБ.

Адаптация СУ РБ включает следующие работы [1]:

- анализ и согласование исходных данных на пуск;
  - настройка имитационных моделей управляемого движения РБ согласно исходным данным;
  - оценка выполняемости требований по ориентации и стабилизации РБ на всех участках выведения (цифровое моделирование углового движения РБ с учетом заданных диапазонов разбросов параметров моделей) и при необходимости настройка параметров системы стабилизации;
  - разработка и согласование технологического полетного задания на пуск для СУ РБ;
  - оценка выполняемости циклограммы выведения РБ с использованием технологического ПЗ (цифровое моделирование процесса выведения с «замкнутым» контуром СУ) и при необходимости доработка (итеративная) технологического ПЗ на пуск;
  - проведение статистических исследований процесса выведения КА с оценкой вероятностных характеристик точности выведения (цифровое моделирование процесса выведения с «замкнутым» контуром СУ, более 700 реализаций с разбросом параметров моделей) и при необходимости доработка алгоритмов управления, бортового ПО СУ, технологического ПЗ и проведение повторных исследований;
  - выпуск отчетов по результатам проведенных исследований с подтверждением выполнения требований на пуск при всех заданных ограничениях и разбросах параметров по условиям полета;
  - разработка штатного полетного задания СУ РБ на выведение КА и его согласование с головной организацией и органами контроля;
  - испытания штатного ПЗ на полунатурном замкнутом динамическом стенде (на автоматизированном цифровом комплексе – АЦК) и выпуск акта по результатам испытаний;
  - подготовка комплексного стенда (КС) СУ РБ с комплектом аппаратуры СУ и имитаторами (или реальной аппаратурой) смежных систем и наземной аппаратурой СУ РБ (наземный пусковой проверочный комплекс – НППК) к испытаниям штатного полетного задания;
  - проведения испытаний по вводу ПЗ в СУ РБ с выпуском соответствующего акта;
  - проведение испытаний СУ РБ на КС в режиме имитации полета с отработкой штатного ПЗ;
  - выпуск актов по результатам испытаний штатного ПЗ на АЦК и КС СУ РБ и его согласование с головной организацией и органами контроля;
  - проведение испытаний СУ на комплексной испытательной станции (КИС) РБ и техническом комплексе (ТК) и выпуск соответствующих документов по результатам испытаний;
  - выпуск заключений о готовности СУ РБ и штатного ПЗ к пуску КА.
- На каждом этапе адаптации обрабатывается большой объем информации, формируются специализированные файлы, формат которых определяется исходя из особенностей программного обеспечения или аппаратуры, вхо-

дящих в состав моделирующих стендов. Непосредственно после имитации полета формируются выходные файлы результатов моделирования, которые необходимо проанализировать с целью определения правильности выполнения циклограммы полета и отсутствия нарушения наложенных ограничений. Результаты проходят обработку (построение графиков, формирование протоколов выдачи команд, оценка физических значений параметров, оценка соответствия выдачи команд и признаков циклограмме полета и т.д.) и анализ, который обеспечивает возможность дать прогнозную оценку успешности пуска РБ с КА. На каждом этапе выпускается соответствующая отчетная документация, проходящая установленную процедуру согласования и утверждения и, по завершении ее, передающаяся заказчику.

Наличие множества этапов и большого объема информации, обрабатываемой «вручную», влечет за собой большую вероятность возникновения ошибочных оценок и задания неверных данных для работы СУ РБ, что в ходе пуска может привести к нештатной ситуации и потере выводимого спутника. Отсутствие единого хранилища данных для каждого этапа адаптации усложняет и замедляет процесс взаимодействия и обмена данными между подразделениями в процессе выполнения адаптации СУ РБ.

Для решения подобного рода проблем целесообразна максимальная автоматизация указанных выше работ по адаптации РБ к пуску и исключение так называемого человеческого фактора. Для этого разрабатывается информационная система адаптации СУ РБ, которая будет обеспечивать выполнение следующих функций:

- хранение в базе данных (БД) информации о пуске;
- хранение в БД значений параметров карточек разделов ПЗ;
- обеспечение формирования технологического и штатного ПЗ;
- обеспечение возможности внесения изменений в структуру ПЗ;
- обеспечение автоматизированного формирования специализированных файлов для моделирования полета на различных стендах;
- обеспечение автоматизированной обработки результатов моделирования и результатов исследований на различных стендах (МС, ПКСМ, КС, АЦК), с реализацией автоматического контроля получаемых данных (порогового, уровневого, логического и т.д.);
- формирование отчетной документации для каждого из этапов адаптации СУ РБ;
- обеспечение контроля выполнения сроков для всех этапов адаптации СУ РБ.

Создание информационной системы адаптации СУ РБ многоэтапный процесс. При ее разработке необходимо учесть особенности предметной области, которые будут иметь непосредственное влияние на структуру информационной системы. Необходимо проанализировать функционал каждого подразделения на всех этапах проведения адаптации, общий объем входных и выходных данных, особенности информационных потоков, состав и содержание отчетной документации.

Основными этапами разработки ИС СУ РБ, как и любого проекта, являются [3]:

1. Системный анализ предметной области, в результате которого будет получена информационно-логическая модель ИС СУ РБ. При анализе необходимо учитывать особенности структуры данных, которые будут использоваться при работе с ИС СУ РБ. Исследовать закономерности формирования специализированных файлов, провести ранжирование выходных параметров файлов результатов моделирования, с точки зрения их значимости для оператора производящего оценку, провести детальный опрос пользователей на предмет необходимых функций и возможностей визуализации информации, обрабатываемой с помощью ИС СУ РБ. Так же необходимо проанализировать объем выпускаемой отчетной документации и стандартизировать каждый документ. Проанализировав весь процесс адаптации СУ РБ составить график продолжительности выполнения каждого этапа для обеспечения дальнейшего программного контроля.

2. Выбор системы управления базой данных (СУБД), с помощью которой будет реализована сама БД и процессы обмена данными между приложениями ИС СУ РБ. База данных информационной системы (БД ИС) СУ РБ должна обеспечивать многопользовательский доступ к данным, контроль целостности данных и возможность хранения большого объема информации.

3. Разработка информационно-логической модели данных. Данная модель является результатом анализа предметной области и должна отражать все информационные потоки адаптации СУ РБ.

4. Разработка структуры базы данных (БД) и ввод самих данных. База данных должна содержать в себе утвержденные составы структур полетного задания (ПЗ), структуры специализированных файлов и информацию о пуске (принадлежность к конкретному аппарату, дата пуска, особенности циклограммы выведения и т.д.).

5. Разработка приложений обеспечивающих процессы обмена, обработки и хранения данных, необходимых для выполнения задач пользователя [2]. Необходимо составить перечень приложений для каждого этапа адаптации СУ РБ, проанализировать и обозначать функциональные требования к каждому из приложений, обеспечить связанный интерфейс взаимодействия всех приложения и БД.

В перспективе, разрабатываемая ИС СУ РБ должна обеспечить повышение качества и надежности каждого этапа адаптации СУ РБ за счет максимальной автоматизации создания, обработки, анализа и хранения данных. Так же ИС СУ РБ обеспечит дополнительный контроль процесса и упростит подготовку отчетной документации. В то же время необходимо учесть, что ИС, обеспечивающая такие сложные процессы, не может полностью исключить задействование специалистов. Окончательное решение о прохождении каждого этапа должен принимать сертифицированный специалист, обобщающий и анализирующий полученные ИС СУ РБ результаты, в том числе с учетом опыта и статистики предшествующих адаптаций.

**Список литературы**

1. Андреев В.П., Бонк Р.И., Бровкин А.Г. и др. / Под редакцией А.С. Сырова. Система управления разгонным блоком: Учебное пособие. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. – 272 с.: ил.
2. Орлов С.А. Технология разработки программного обеспечения: Учебник. СПб.: Питер, 2002. – 464 с.: ил.
3. Соловьев С.В., Гринкруг Л.С., Цой Р.И. Технология разработки прикладного программного обеспечения: Учебное пособие. – М.: Изд-во Академия естествознания, 2011. – 407 с.: ил.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
СМЕСИТЕЛЕЙ С ЭЛАСТИЧНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ  
В ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН**

***Суханова М.В.***

доцент кафедры высшей математики и механики, канд. техн. наук, доцент, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет» в г. Зернограде, Россия, г. Зерноград

***Малиновский С.В.***

студент 4-го курса инженерно-технологического факультета, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет» в г. Зернограде, Россия, г. Зерноград

В статье рассматриваются перспективы использования в качестве устройства для предпосевной обработки семян смесителя с эластичными рабочими органами для интенсификации процесса смешивания и предпосевной обработки семян (протравливания, инкрустирования, инокулирования и др.). Использование таких устройств позволяет свести риск повреждения семян рабочими органами к минимуму, что существенно повлияет на рост урожайности сельскохозяйственных культур и исключить вредное воздействие препаратов-протравителей на обсуживающий персонал и окружающую среду.

*Ключевые слова:* смеситель с эластичным рабочим органом, травмирование семян, предпосевная обработка семян.

В настоящее время при ведении сельскохозяйственного производства возникает потребность в высокоэффективных и универсальных устройствах, позволяющих с одинаковым успехом совмещать подобные по кинетике производственно-технологические процессы, например, перемешивать сыпучие и жидкие корма, протравливать и инкрустировать семенной материал.

Чтобы проще понять механизм воздействия эластичных рабочих органов смесителя, достаточно сказать, что основной принцип работы смесителя с эластичным рабочим органом основан на принципе действия батута.

Исследования ученых показали, что равномерность распределения препарата на семянках и полнота покрытия обеспечиваются именно за счет взаимоконтакта семянок при их пересыпании в свободном режиме без какого-либо механического воздействия на них [1].

Как процесс смешивания, так и предпосевная обработка семян требуют одинакового механического воздействия на сельскохозяйственные сыпучие корма и семена для приведения компонентов в подвижное состояние и перемешивания их друг с другом при смешивании или с ядом и микроэлементами при протравливании. Основное отличие технологий заключается в том, что при приготовлении смеси компоненты перемешиваются во всем объеме смесителя, а при протравливании семян ядохимикаты-протравители необходимо распределить по поверхности семян, но тоже во всем объеме. Для смешивания или протравливания, происходящего внутри смесительной емкости, требуются лишь выбрать соответствующий режим работы. Следовательно, для того чтобы использовать одно и то же устройство для смешивания и для протравливания нет необходимости менять привод. Достаточно заменить элемент устройства – эластичный рабочий орган.

Результаты проведенных исследований позволяют обозначить реальную выгоду по самым скромным и осторожным оценкам и наиболее значимые преимущества внедрения смесителей с эластичным рабочим органом.

1. Сокращение и экономия материальных затрат в несколько раз (2-4 раза). Это достигается следующими конструктивными особенностями:

- гибридное устройство «Интеллектуальный смеситель-протравливатель» позволит сократить затраты на приготовление сыпучих кормовых смесей и протравливание семян, как минимум в два раза, т.к. вместо двух систем приводных механизмов и устройств, выполняющих различные технологических операции достаточно использовать одну приводную систему, заменив лишь эластичный рабочий орган;

- в конструкции устройства для протравливания исчезает необходимость в наличии отдельной емкости для ядохимикатов;

- осуществление всех типов протравливания – сухое, полусухое, мокрое, а также протравливание с увлажнением;

- исчезает необходимость в решении вопроса удаления и безопасного хранения остатков протравителя.

2. Ресурсосбережение:

- повышается эффективность смешивания (производительности) за счет ускорения процесса смешивания без увеличения энергозатрат минимум в 2 раза;

- исключается травмирование семян рабочими органами протравливателя, что напрямую влияет на потенциал семян, повышает всхожесть и урожайность;

- снижается энергоемкость процесса в 2-3 раза вследствие интенсификации смешивания и снижения мощности на привод, т.к. упруго-эластичные рабочие органы (оболочку и др.) легче и быстрее привести в подвижное состояние, чем жесткие рабочие органы (оболочку, шнек и др.);

- снижается металлоемкость в 3-4 раза, за счет того, что рабочий орган гибридного устройства изготавливают из резинотканевых материалов (пенопропилена, латекса и др. синтетических материалов).

3. Экологическая безопасность и защита обслуживающего персонала от непосредственного контакта с ядохимикатами:

- исчезает необходимость хранения протравителя (фунгицидов и инсектицидов) в отдельных емкостях и пересыпания их в протравливатель;

- безопасность и простота хранения, последующей транспортировки и утилизации протравителя и эластичных рабочих органов после обработки.

#### Список литературы

1. Фадеев Л.В. Протравливатель – щадящая машина для предпосевной обработки семян. [электронный ресурс] – режим доступа URL: <http://agrodovidka.info/post/7112> (дата обращения 21.01.2017).

## ПОКАЗАТЕЛИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

*Тетерина А.А., Давидюк Д.Д., Горская Т.В.*

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

В статье рассмотрены вопросы, связанные с кратким анализом показателей математической модели при моделировании радиотехнических систем связи.

*Ключевые слова:* радиосистемы, радиоустройства, математическое моделирование.

Рассмотрим и проанализируем показатели математической модели при моделировании радиоэлектронных систем связи, представленных в работе [1]. Одна реализация  $y_i(t)$  или выборка из  $m$  реализаций могут быть непосредственно использованы для изучения поведения системы в различных ситуациях. Однако более полное представление о системе можно получить, если изучать ее выходные параметры:  $\bar{\gamma} = \{\gamma_i\}, (i = \overline{1, p})$  [1-6].

Выходным параметром системы называется физическая величина, численное значение которой определяет то или иное ее качество. Выходными параметрами радиоэлектронных систем (РЭС) являются ее показатели качества, подразделяющиеся на информационные, конструктивные и экономические.

К *информационным* показателям относятся точность ( $K_1$ ), разрешающая способность ( $K_2$ ), пропускная способность ( $K_3$ ), помехоустойчивость ( $K_4$ ), помехозащищенность ( $K_5$ ), электромагнитная совместимость ( $K_6$ ), дальность действия ( $K_7$ ), способность к адаптации ( $K_8$ ), скрытность ( $K_9$ ) и так далее.

*Конструктивными* показателями РЭС являются надежность ( $K_{10}$ ), гибкость использования ( $K_{11}$ ), ремонтоспособность ( $K_{12}$ ), масса ( $K_{13}$ ), объем ( $K_{14}$ ), габариты ( $K_{15}$ ) и так далее.

*Экономические* показатели: стоимость ( $K_{16}$ ), безопасность и безвредность эксплуатации ( $K_{17}$ ), простота утилизации ( $K_{18}$ ) и так далее.

Все информационные показатели РЭС оцениваются на этапе ее системотехнического проектирования, при этом учитываются стоимость и надежность.

Для оценки множества выходных параметров  $\bar{\gamma}$  системы с заданной структурой  $W$  удобно воспользоваться формулой:  $\bar{\gamma} = F_1(\bar{\alpha}, \bar{\beta})$ . Однако такое описание можно получить лишь при наличии достаточно полной априорной информации о системе и в результате серьезного теоретического анализа [7-10].

При исследовании или проектировании на РЭС методами моделирования на цифровой вычислительной машине (ЦВМ) применяется описание:

$$\bar{\gamma} = F_2[\bar{Y}(t)], \text{ где: } \bar{Y}(t) = W(\bar{\beta})\bar{X}(t, \bar{\alpha}).$$

Здесь выходной параметр РЭС вычисляется в результате обработки выборки из ансамбля реализации выходной фазовой переменной:

$$\bar{Y}(t) = \{y_i(t)\}, (i = \overline{1, p}), 0 \leq t \leq T_H.$$

Формальная схема моделирования РЭС на ЦВМ, в результате которого можно получить оценку выходного параметра, показана на рис., где  $\vec{\alpha}$  - внешний параметр;  $\vec{\beta}$  - внутренний параметр;  $W$  - структура;  $X(t)$  - процесс.

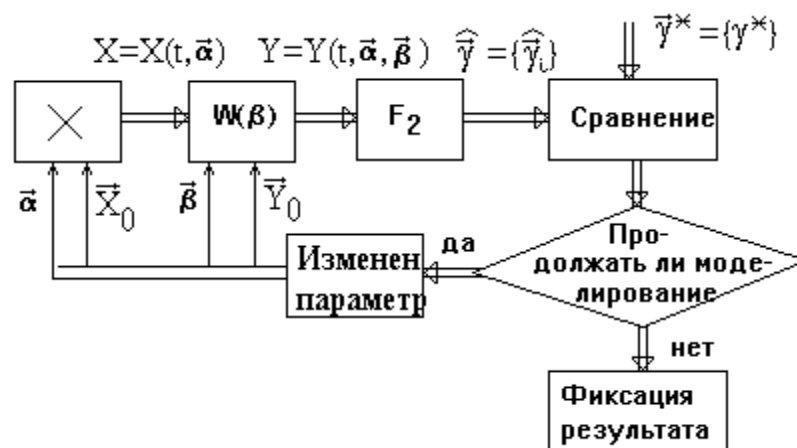


Рис. Формальная схема моделирования РЭС

Здесь задача решается методом имитационного статистического моделирования, то есть путем многократных прогонов модели при заданных начальных условиях  $\bar{X}_0, \bar{Y}_0$  и параметрах системы  $\bar{\alpha}, \bar{\beta}$ . В блоке  $X$  формируется  $n$  независимых реализаций  $\bar{X} = \{x_i(t, \bar{\alpha})\}, (i = \overline{1, n}), 0 \leq t \leq T_H$  входных фазовых переменных, поступающие в блок  $W$ , являющийся реализованной ма-



тематической моделью РЭС. На выходе блока  $W$  получаем  $n$  реализаций выходной фазовой переменной  $Y(t)$ . Для стохастических систем в общем случае  $Y(t)$  является нестационарным коррелированным случайным процессом. В блоке  $F_2$  осуществляется статистическая обработка и преобразование выборки  $Y(t)$ , в результате которой получаем оценку выходного параметра  $\hat{y}$ . Далее полученные оценки  $\hat{y}$  сравниваются с требуемыми  $\hat{y}^*$ .

### Список литературы

1. Горская, Т. В. Анализ математических задач решаемых при моделировании радиосистем связи [Текст] / Т.В. Горская, А.А. Тетерина, Д.Д. Давидюк // Ст-я в данном сборнике.
2. Артюшенко, В. М. Проектирование сетей подвижной связи с кодовым разделением каналов [Текст] / В.М. Артюшенко: монография – ФГБОУ ВПО ФТА. – М., 2012. – 204 с.
3. Артюшенко, В. М. Анализ систем управления космическим летательным аппаратом [Текст] / В.М. Артюшенко, М.И. Видов // Информационные технологии. Радиотехника. Телекоммуникации. – 2011. – №1. – С. 18-29.
4. Артюшенко, В. М. Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Радиотехника. – 2015. – №2. С. 76-82.
5. Артюшенко, В. М. Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В.М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 4(32). – С. 42-45.
6. Артюшенко, В. М. Анализ энергетических характеристик линий корпоративной сети спутниковой связи [Текст] / В.М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Информационно-технологический вестник. – 2014. – Т.01, № 1. – С. 13–19.
7. Артюшенко, В. М. Оценка погрешности измерения параметров движения протяженных объектов в условиях изменяющейся дальности / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2015. Т.58. №1(631). С. 26-37.
8. Артюшенко, В. М. Сбор и обработка виброакустических процессов на борту ракетно-космической техники [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Бекетов, С.В. Кузьмин, А.Ю. Майданов, А.П. Мороз, В.И. Привалов // Приволжский научный вестник – 2014. №4 (32). С. 23-28.
9. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
10. Аббасова, Т. С. Сервис информационных систем при аварийном планировании помех [Текст] / Т.С. Аббасова, В.М. Артюшенко // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. – 2010. – №4. – С. 68-74.

## **ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОВОДНИКАХ ПРИ ПРОПУСКЕНИИ ИМПУЛЬСНЫХ ТОКОВ**

***Троицкий О.А.***

главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор,  
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Россия, г. Москва

***Скворцов О.Б.***

старший научный сотрудник, кандидат технических наук,  
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Россия, г. Москва

***Стащенко В.И.***

ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук,  
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Россия, г. Москва

***Правоторова Е.А.***

старший научный сотрудник, кандидат технических наук,  
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Россия, г. Москва

Представлены результаты экспериментов по возбуждению продольных и радиальных колебаний в металлических проводниках круглого сечения во время пропускания импульсных токов большой плотности. Показано, что возбуждение колебаний привязано к фронту и спаду импульса тока.

*Ключевые слова:* акселерометр, пространственная вибрация, импульсный ток, деформация, металлический проводник, пинч-эффект, датчик Холла, электромагнитная индукция.

При эксплуатации мощного электрооборудования через элементы обмоток проходят большие переменные токи [1]. Такие токи порождают сильные магнитные поля, которые не только взаимодействуют с другими элементами конструкции, но и с самим проводником, по которому проходит ток [2]. Взаимодействие проводника с током с собственным магнитным полем описывается, в частности, действием пинч-эффекта [3, 4]. Величина механических деформаций при этом зависит от величины тока, длительности импульсов и материала проводника [5]. Такие процессы могут оказывать существенное влияние на образцы проводника и находят применение при обработке материалов с применением электропластичности [6, 7].

Представляет интерес проведение исследований по изучению механического отклика металлического образца на действие импульсов тока. В опытах через медный стержень диаметром 4 мм пропускались импульсные токи большой плотности. Контроль магнитного поля импульса тока выполнялся бесконтактным трехкомпонентным датчиком Холла, а величина вибрационного отклика контролировалась по величине размаха сигнала ускорения от трехкомпонентного пьезоэлектрического акселерометра, установленного на

образце. На рис.1. представлены сигналы ускорения и производной от величины магнитной индукции.

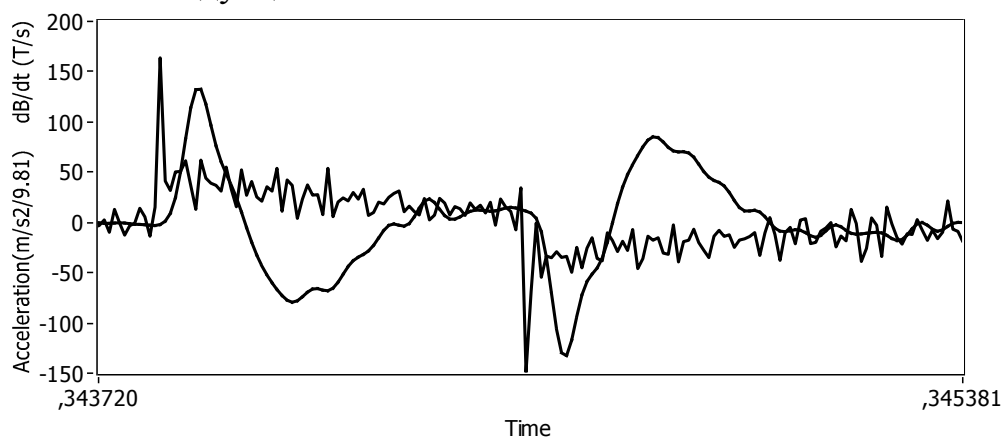


Рис. 1. Производная магнитного поля тока (сплошная) и радиальная вибрация (пунктирная) в зависимости от времени в секундах для медного стержня диаметром 4 мм

Быстрые изменения магнитного поля на переднем и заднем фронтах импульса тока вызывают затухающие колебательные процессы деформаций в образце.

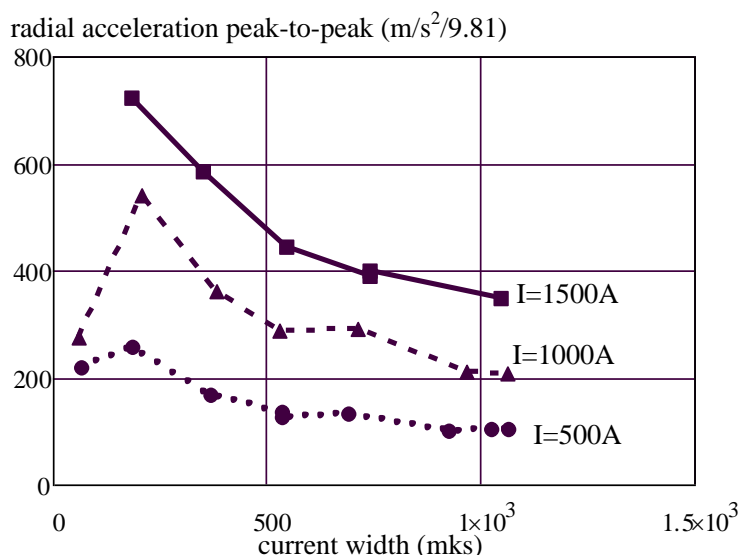


Рис. 2. Зависимость размаха вибрационного сигнала от длительности импульса тока при различной величине амплитуды импульса

Такие воздействия имеют определенное сходство с ударными процессами, что может быть использовано при исследовании виброакустических свойств образцов.

На рис. 2 представлены кривые величины вибраций от длительности импульсов тока. Наибольшее «ударное» действие оказывают на образец импульсы относительно малой длительности, что позволяет обеспечить возбуждения колебаний при сравнительно низких энергетических затратах.

### Заключение

Предложенные методы возбуждения колебаний металлических образцов могут быть использованы при оптимизации режимов обработки металлов с применением электропластического эффекта [6], а также при создании обо-

рудования для виброакустической диагностики мощного электрооборудования [8], такого как электрогенераторы, моторы и трансформаторы.

### Список литературы

1. Правоторова Е.А., Скворцов О.Б. Моделирование виброиспытаний элементов обмоток мощного электрооборудования. // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2015. № 5. С. 103-110.
2. Троицкий О.А., Скворцов О.Б., Сташенко В.И., Правоторова Е.А. Магнито-механическое действие импульсного тока в проводнике. Международная конференция «Живучесть и конструкционное материаловедение» (ЖивКоМ – 2016): Труды конференции (Москва, 26-28 октября 2016 года) // М: Изд-во ИМАШ РАН. 2016. С. 145-148.
3. Троицкий О.А., Сташенко В.И., Скворцов О.Б., Правоторова Е.А. Измерение магнитного поля и вибраций, созданных им в проводниках за счет пинч-эффекта. // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2016. Том 21, выпуск 3. С. 1361-1363.
4. Троицкий О.А., Сташенко В.И., Скворцов О.Б. Формирование механических колебаний в металлических образцах с использованием пинч-эффекта // Пятая международная школа-семинар «Перспективные технологии консолидации материалов с применением электромагнитных полей», НИЯУ «МИФИ» с 28 по 31 августа 2016. С. 82-83.
5. Троицкий О.А., Сташенко В.И., Скворцов О.Б. Влияние материала образцов, длительности импульсов и амплитуды тока на величину собственного магнитного поля тока и вибрацию круглых образцов от пинч действия тока. // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2016. 3(317). С. 187-194.
6. Троицкий О.А. Электромеханический эффект в металлах // Письма в ЖЭТ. 1969. Т. 10. С. 18-22.
7. Троицкий О.А., Сташенко В.И., Скворцов О.Б. Влияние вибраций от пинч-эффекта импульсного тока на пластическую деформацию. Actualscience 2016. Том 2, № 2. С. 50-52.
8. Правоторова Е.А. и Скворцов О.Б. Оценка статистических характеристик механического действия импульсного тока на модели элементов мощного электрооборудования. // Динамика и прочность конструкций аэрогидроупругих систем. Численные методы. Третья научно-техническая конференция, 21-23 октября 2015 года. М.: ИМАШ РАН, 2015. С. 39-40.

## АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА В МНОГОКВАРТИРНОМ ДОМЕ

**Фадеев А.Г.**

магистрант 1 года обучения группы №2161347, кафедра ВПА,  
Набережночелнинский институт К(П)ФУ, Россия, г. Набережные Челны

В статье проводится анализ эффективности проведения капитального ремонта в многоквартирных домах путём оценки снижения тепловых потерь через ограждающие конструкции.

*Ключевые слова:* капитальный ремонт, многоквартирные дома, энергосбережение.

На сегодняшний день, в условиях повышения цен на энергоносители, важно максимально снизить теплопотребление, путем внедрения энергосбе-

регающих технологий. Это позволит снизить расходы населения на энергоносители и разумно использовать органическое топливо [3].

Основной целью данной статьи является оценка теплотребления после проведения капитального ремонта на объектах.

Задачей капитального ремонта является приведение многоквартирных домов, в состоянии, удовлетворяющее действующим требованиям путём замены или восстановления частей или целых конструкций и оборудования в связи с их физическим износом.

Основаниями для капитального ремонта служат продолжительная эксплуатация инженерных систем и конструктивных элементов.

Федеральным законом №417-ФЗ установлен перечень обязательных работ для проведения капитального ремонта: утепление фасадов, устройство выходов на крышу, переоборудование неветилируемой крыши, установка общедомового прибора учета. Однако, на практике, данный список может быть дополнен такими работами как: утепление межпанельных соединений, утепление входной группы, установка радиаторных отражателей, теплоизоляция инженерных систем [4].

Для проведения анализа, рассмотрим панельную пятиэтажку типовой серии 1-468НЧ, введенную в эксплуатацию в 1978 г, общая площадь дома составляет 3507,3 м<sup>2</sup>, класс энергоэффективности – «С», количество квартир – 50, система теплоснабжения – центральная. В 2012 году был произведен капитальный ремонт с проведением следующих работ:

1. замена оконных блоков в подъезде;
2. заделка межпанельных швов;
3. утепление и покраска стен;
4. увеличение установленных жильцами пластиковых окон в квартирах;
5. установка системы автоматического погодного регулирования.

Исследования показывают, что в среднем снижение теплотребления должно сократиться на 59% [2].

Годовое теплотребление жилого дома представлено на рисунке.

Из графика видно, что до 2012 включительно, среднее теплотребление за год составляло порядка 494,70 Гкал, в период после капитального ремонта этот показатель снизился до 394,23 Гкал. Таким образом, теплотребление дома снизилось на 20,3%, что в значительной мере меньше 59%.

Если рассматривать удельную отопительную характеристику жилого дома (рисунок), посчитанную с учётом средней температуры за отопительный период в каждый год, можно заметить снижение данной характеристики до проектных значений.

Согласно исследованиям, проведенным НП «АВОК» в результате применения энергосберегающих технологий при капитальном ремонте жилых домов основные потери тепловой энергии происходят через наружные стены и окна. Площадь окон обычно составляет 18-25% от площади фасада, однако тепловые потери практически сопоставимы, поскольку теплопроводность окон в 6 раз больше [1].

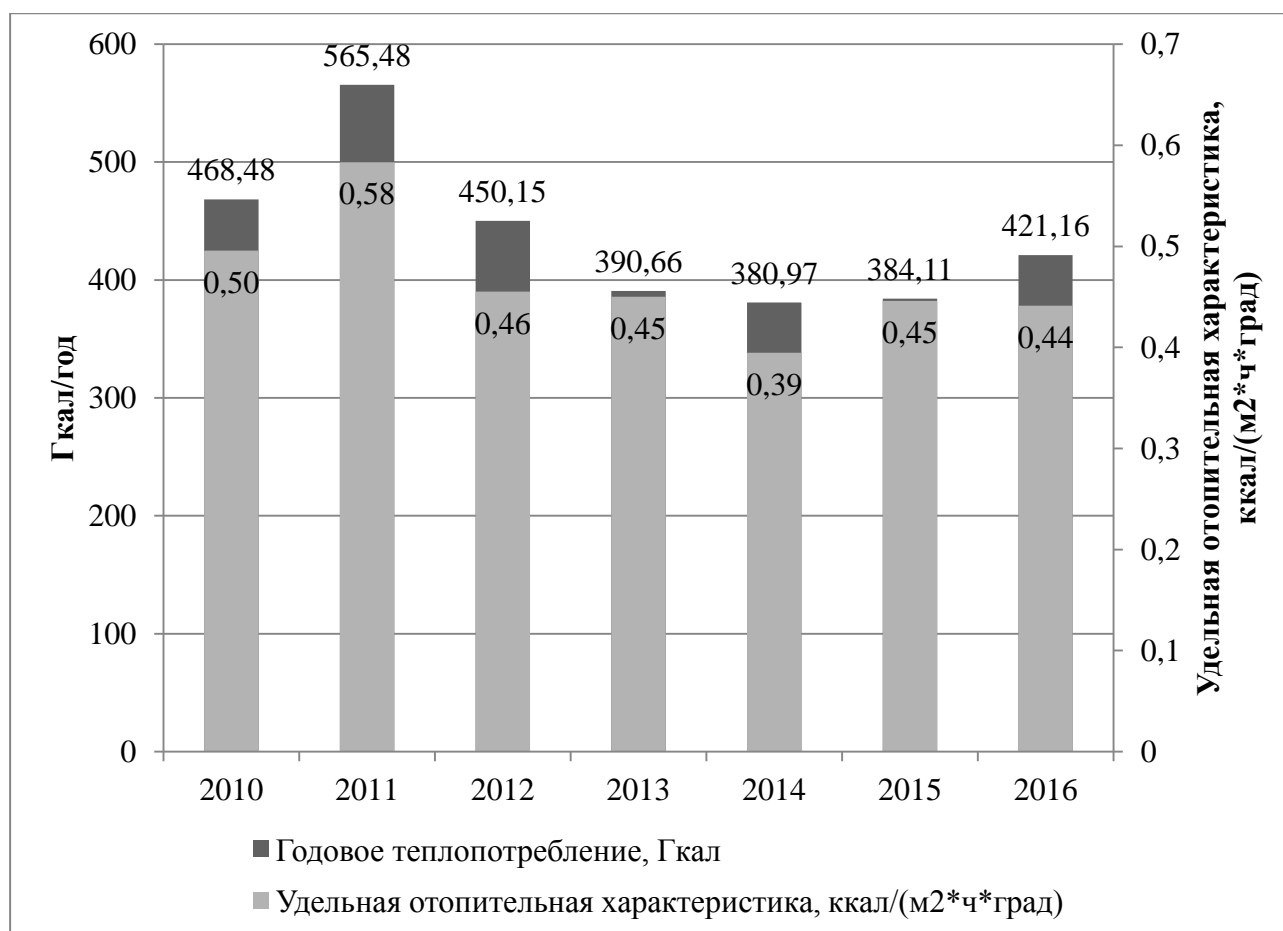


Рис. Теплотребление жилого дома типовой серии 1-468 НЧ

Экономия около 100 Гкал тепловой энергии в год позволит сократить расходы каждой квартиры в отопительный сезон на 3034,94 руб. при тарифе на тепловую энергию 1517,47 руб./Гкал.

#### Список литературы

1. "АВОК" – Некоммерческое Партнерство "Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике". Режим доступа: <https://www.abok.ru>
2. Гашо Е. Г. Энергоэффективность – важная составляющая капремонта / Е. Г. Гашо, А. Н. Пирогов, М. В. Степанова, Энергосбережение” за №7/2014. С. 18-25.
3. Самигуллин А.Д. Сравнительный анализ центрального энергоснабжения и мини-ТЭЦ. Самигуллин А.Д., Исрафилов И.Х., Галиакбаров А.Т. В сборнике: Энергетика: эффективность, надежность, безопасность Материалы трудов XXI Всероссийской научно-технической конференции. В 2 томах. 2015. С. 97-100.
4. Федеральный закон "О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 28.12.2013 N 417-ФЗ.

## ПЕРВОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ РАСЧЕТА $(2N + 1)$ -РОЛИКОВОЙ ЛИСТОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ

**Шинкин В.Н.**

профессор кафедры физики, доктор физико-математических наук,  
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,  
Россия, г. Москва

Предложен приближенный метод расчета технологических параметров холодной правки стального листа на  $(2N + 1)$ -роликовой листопрямительной машине.

*Ключевые слова:* стальной лист, кривизна листа, листопрямительные машины.

**Математическая модель правки листа на  $(2N + 1)$ -роликовой машине.** Правка стального листа осуществляется  $(2N + 1)$ -ю приводными рабочими правильными роликами [1–7].

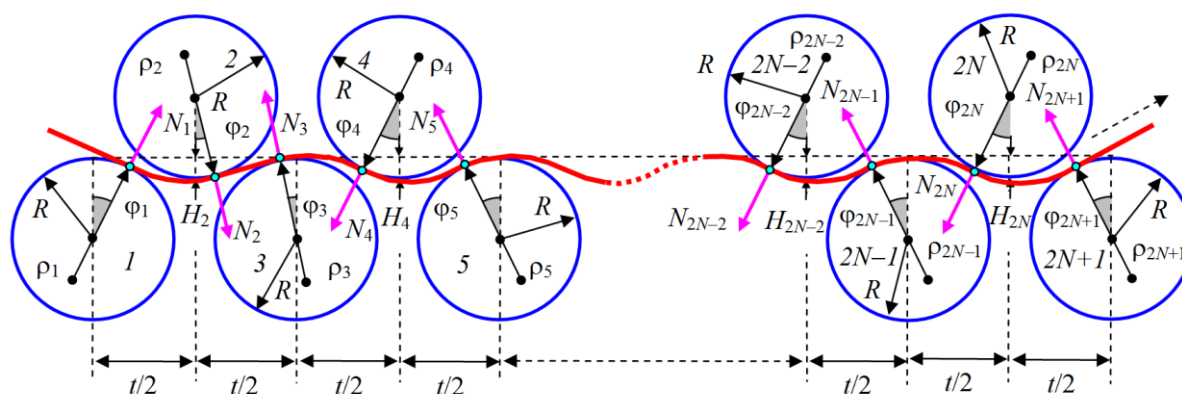


Рис. 1. Правка стального листа рабочими роликами

Пусть  $t$  – шаг между нижними правильными роликами;  $H_i$  – величина обжатия срединной поверхности стального листа на  $i$ -ом правильном ролике,  $h$  и  $b$  – толщина и ширина стального листа,  $R$  – радиус рабочих роликов,  $R_0 = R + h/2$ ;  $\sigma_t$ ,  $E$ ,  $\Pi_p$  и  $\Pi_c$  – предел текучести стали, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии;  $\rho_i$  и  $\varepsilon_i = 1/\rho_i$  – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с рабочими роликами,  $\varphi_i$  – углы точек касания листа и роликов ( $i = 1, \dots, 2N + 1$ ) (рис. 1).

Не ограничивая общности, далее мы будем считать, что нижние (нечетные) правильные ролики лежат на одном горизонтальном уровне

$$H_{2i+1} = 0, \quad i = 0, \dots, N.$$

В первом приближении будем считать, что углы касания рабочих роликов со стальным листом равны нулю:

$$\varphi_i = 0, \quad i = 1, \dots, 2N + 1.$$

В первом приближении (*первое приближение метода Шинкина*) радиусы кривизны продольной нейтральной линии стального листа в точках его касания с рабочими роликами листопрямительной машины равны

$$\rho_{2i} = \frac{t^2}{24H_{2i}}, \quad i=1, \dots, N; \quad \rho_{2N+1} = \beta(\rho_{2N})\rho_{2N};$$

$$\rho_{2i+1} = -\frac{t^2}{12(H_{2i} + H_{2i+2})}, \quad i=1, \dots, N-1;$$

где  $\beta(\rho)$  – коэффициент пружинения стального листа.

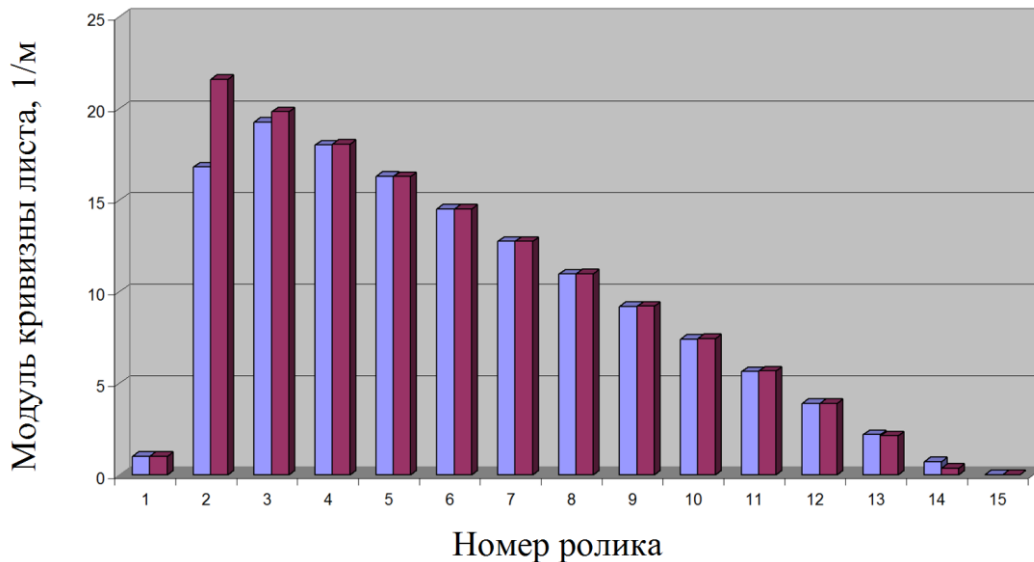


Рис. 2. Модуль кривизны листа при правке

При упругом изгибе ( $\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ )  $\beta(\rho) = \infty$ , где  $\rho$  – радиус кривизны стального листа. При пластическом изгибе ( $\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ ) [3, 4, 7]

$$\beta(\rho) = \frac{1}{\left(1 - \frac{\Pi_p + \Pi_c}{2E}\right) \left(1 - 2\frac{\rho\sigma_T}{hE}\right)^2 \left(1 + \frac{\rho\sigma_T}{hE}\right)}$$

*Замечание.* Можно также положить нечетные радиусы кривизны равными

$$\rho_{2i+1} = -\frac{t^2}{48} \left( \frac{1}{H_{2i}} + \frac{1}{H_{2i+2}} \right), \quad i=1, \dots, N-1.$$

Однако точность вычисления в этом случае аппроксимации падает.

При пластическом изгибе изгибающий момент листа равен [3, 4, 7]

$$M(\rho) = \frac{bh^2\sigma_T}{12} \left( 3 - 4 \left( \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \right) + \frac{bh^3(\Pi_p + \Pi_c)}{24\rho} \left( 1 - 2 \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \left( 1 + \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right).$$

При упругом изгибе  $M(\rho) = bh^3E/(12\rho)$  [1–7].

В точках касания стального листа с рабочими роликами правильной машины изгибающие моменты листа равны

$$M_1 = 0; \quad M_{2i} = M(\rho_{2i}), \quad i=1, \dots, N;$$

$$M_{2i+1} = -M(|\rho_{2i+1}|), \quad i=1, \dots, N-1; \quad M_{2N+1} = 0.$$



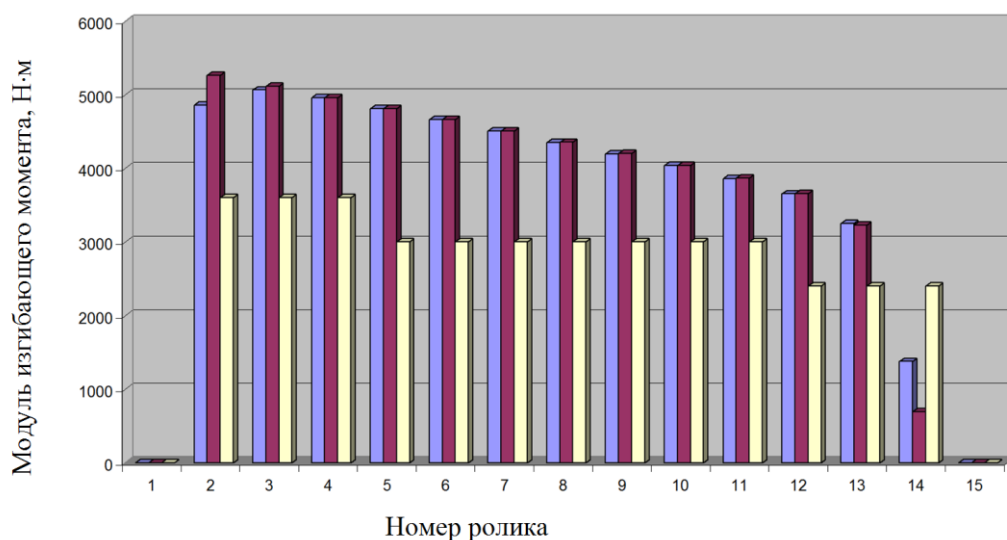


Рис. 3. Модуль изгибающего момента листа при правке

Реакции опор рабочих роликов в точках их касания с листом равны

$$N_1 = \frac{2}{t} M_2, \quad N_2 = \frac{2}{t} (-M_3 + 2M_2),$$

$$N_{2i-1} = \frac{2}{t} (M_{2i} - 2M_{2i-1} + M_{2i-2}), \quad i = 2, \dots, N;$$

$$N_{2i-2} = \frac{2}{t} (-M_{2i-1} + 2M_{2i-2} - M_{2i-3}), \quad i = 3, \dots, N;$$

$$N_{2N} = \frac{2}{t} (2M_{2N} - M_{2N-1}), \quad N_{2N+1} = \frac{2}{t} M_{2N}.$$

Вертикальная сила давления верхней кассеты роликов на лист равна

$$F_{\text{верх}} = \sum_{i=1}^N N_{2i} = \frac{4}{t} \sum_{j=2}^{2N} (-1)^j M_j.$$

Вертикальная сила давления листа на нижнюю кассету роликов равна

$$F_{\text{нижн}} = \sum_{i=1}^N N_{2i+1} = \frac{4}{t} \sum_{j=2}^{2N} (-1)^j M_j = F_{\text{верх}}.$$

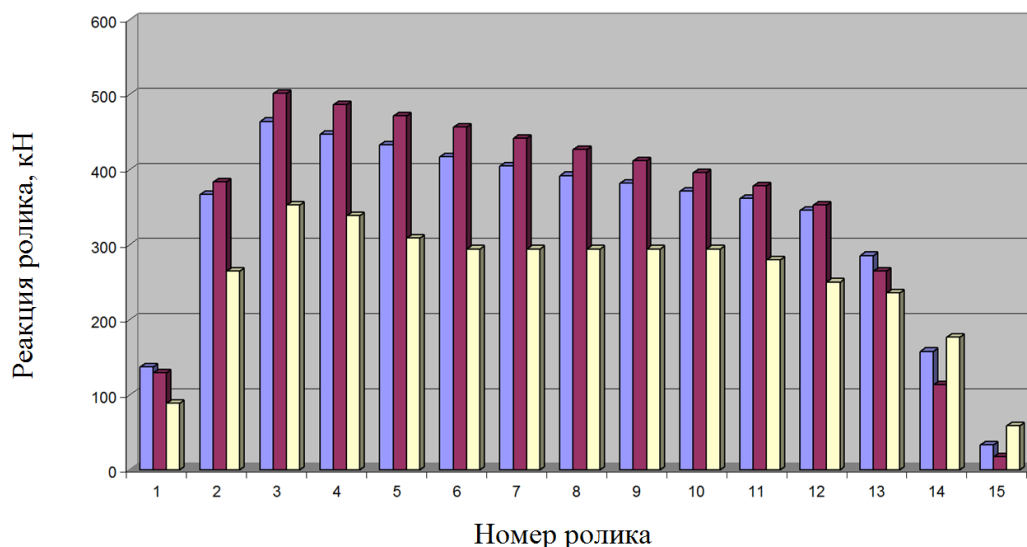


Рис. 4. Реакции рабочих роликов

**Пятнадцатироликовая листопрямлящая машина.** Результаты расчетов при  $N=7$  ( $2N+1=15$ ),  $t=0,245/3=0,08167$  м,  $b=1,8$  м,  $R=0,0375$  м,  $h=0,004$  м,  $E=2\cdot 10^{11}$  Па,  $\sigma_T=500\cdot 10^6$  Па,  $P_p=P_c=8,8\cdot 10^9$  Па,  $H_2=0,006$  м,  $H_4=0,00502$  м,  $H_6=0,00403$  м,  $H_8=0,00305$  м,  $H_{10}=0,00207$  м,  $H_{12}=0,00108$  м,  $H_{14}=0,0001$  м и  $\rho_1=-1$  м показаны на рис. 2-4.

На рис. 2 левый столбец соответствует точному решению задачи [3], а правый столбец соответствует приближенному решению данной работы. На рис. 3 и рис. 4 левый столбец соответствует точному решению задачи [3], средний столбец – приближенному решению данной работы, а правый столбец – приближенному решению метода Целикова-Королева [1, 2].

**Выводы.** Предложен приближенный метод расчета кривизны продольной нейтральной линии листа, изгибающих моментов листа и реакций рабочих роликов при холодной правке стального листа на  $(2N+1)$ -роликовой листопрямлящей машине. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству стального листа.

#### Список литературы

1. Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката. – М.: Металлургия, 1988. – 680 с.
2. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов. – М.: Металлургия, 1987. – 480 с.
3. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
4. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямлящей машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2-2. С. 134-141.
5. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57-64.
6. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50-58.
7. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60-76.

## ВТОРОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ РАСЧЕТА $(2N+1)$ -РОЛИКОВОЙ ЛИСТОПРЯМЛЯЩЕЙ МАШИНЫ

**Шинкин В.Н.**

профессор кафедры физики, доктор физико-математических наук,  
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,  
Россия, г. Москва

Предложен приближенный метод расчета технологических параметров холодной правки стального листа на  $(2N+1)$ -роликовой листопрямлящей машине, учитывающий

углы касания рабочих роликов с листом.

*Ключевые слова:* стальной лист, кривизна листа, листоправильные машины.

**Математическая модель правки листа на  $(2N + 1)$ -роликовой машине.** Правка стального листа осуществляется  $(2N + 1)$ -ю приводными рабочими правильными роликами:  $N$  верхними правильными роликами и  $(N + 1)$  нижними правильными роликами (рисунок). Правильные ролики снабжены отдельными системами настройки их вертикального положения с помощью клиновых пар и гидроцилиндров [1–7].

Пусть  $t$  – шаг между нижними правильными роликами;  $H_i$  – величина обжатия срединной поверхности стального листа на  $i$ -ом правильном ролике,  $h$  и  $b$  – толщина и ширина стального листа,  $R$  – радиус рабочих роликов,  $R_0 = R + h/2$ ;  $\sigma_t$ ,  $E$ ,  $\Pi_p$  и  $\Pi_c$  – предел текучести стали, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии;  $\rho_i$  и  $\varepsilon_i = 1/\rho_i$  – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с рабочими роликами,  $\varphi_i$  – углы точек касания листа и роликов ( $i = 1, \dots, 2N + 1$ ).

Не ограничивая общности, далее мы будем считать, что нижние (нечетные) правильные ролики лежат на одном горизонтальном уровне

$$H_{2i+1} = 0, \quad i = 0, \dots, N.$$

Во втором приближении (*второе приближение метода Шинкина*) значения четных углов касания рабочих роликов со стальным листом  $\varphi_{2i}$  ( $i = 1, \dots, N$ ) равны нулю:

$$\varphi_{2i} = 0.$$

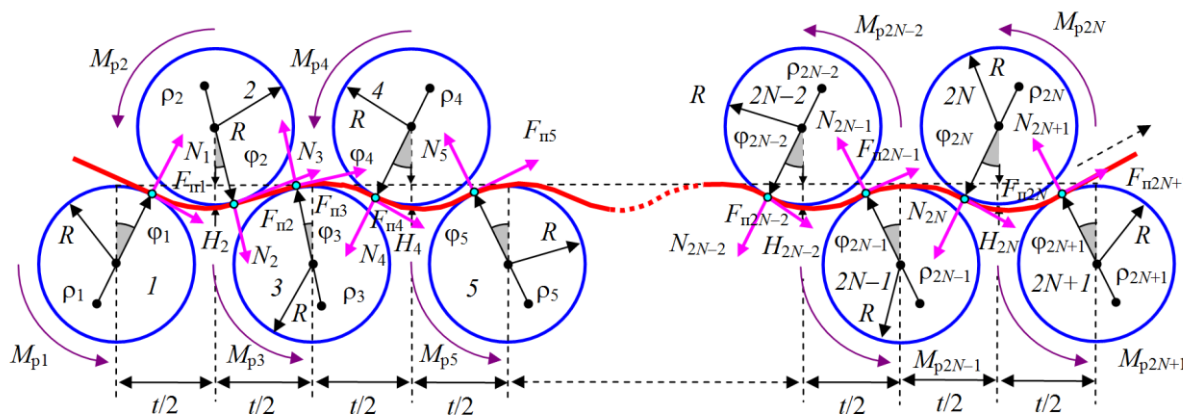


Рис. Правка стального листа рабочими роликами

Значения нечетных углов  $\varphi_{2i-1}$  ( $i = 1, \dots, N$ ) касания рабочих роликов со стальным листом находим из уравнений

$$\left[ -6(H_{2i} - R_0(1 - \cos \varphi_{2i-1})) + 4\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_{2i-1}\right) \operatorname{tg} \varphi_{2i-1} \right] \cos^3 \varphi_{2i-1} = \frac{\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_{2i-1}\right)^2}{\rho_{2i-1}}.$$

Значение нечетного угла  $\varphi_{2N+1}$  касания последнего рабочего ролика со стальным листом находим из уравнения

$$\left[ -6(H_{2N} - R_0(1 - \cos\varphi_{2N+1})) + 4\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_{2N+1}\right) \operatorname{tg}\varphi_{2N+1} \right] \cos^3\varphi_{2N+1} = \frac{\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_{2N+1}\right)^2}{\rho_{2N+1}}.$$

*Замечание 1.* При реальной правке стального листа на металлургических заводах реальные углы касания листа с рабочими роликами листопрямительной машины, начиная со второго ролика до последнего ролика, имеют малые значения (до 1-3°). Поэтому можно приближенно считать, что

$$\varphi_i = 0, \quad i = 2, \dots, 2N + 1;$$

а значение угла  $\varphi_1$  можно найти из уравнения

$$\left[ -6(H_2 - R_0(1 - \cos\varphi_1)) + 4\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_1\right) \operatorname{tg}\varphi_1 \right] \cos^3\varphi_1 = \frac{\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_{2i-1}\right)^2}{\rho_1}.$$

Однако точность вычисления углов  $\varphi_{i-1}$  ( $i = 2, \dots, 2N + 1$ ) касания рабочих роликов со стальным листом в этом случае аппроксимации несколько падает.

Во втором приближении радиус кривизны продольной нейтральной линии стального листа в точке его касания с вторым рабочим роликом листопрямительной машины равен

$$\rho_2 = \frac{1}{2} \left( \frac{\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_1\right)^2}{6(H_2 - R_0(1 - \cos\varphi_1)) - 2\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_1\right) \operatorname{tg}\varphi_1} + \frac{t^2}{24H_2} \right).$$

*Замечание 2.* Отметим, что для приближенного вычисления радиуса кривизны  $\rho_2$  можно выбрать более простое выражение

$$\rho_2 = \rho_2^* = \frac{t^2}{24H_2}.$$

Однако точность вычисления  $\rho_2$  при этом падает.

Радиусы кривизны продольной нейтральной линии стального листа в точках его касания с внутренними четными рабочими роликами листопрямительной машины равны

$$\rho_{2i} = \frac{t^2}{24H_{2i}}, \quad i = 2, \dots, N - 1.$$

Во втором приближении радиус кривизны продольной нейтральной линии стального листа в точке его касания с последним четным рабочим роликом листопрямительной машины равен

$$\rho_{2N} = \frac{1}{\left( \frac{3(H_{2N} - R_0(1 - \cos\varphi_{2N-1})) - \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_{2N-1}\right) \operatorname{tg}\varphi_{2N-1}}{\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_{2N-1}\right)^2} + \frac{12H_{2N}}{t^2} \right)}.$$

*Замечание 3.* Можно также положить  $\rho_{2N}$  равным

$$\rho_{2N} = \frac{t^2}{24H_{2N}}.$$

Однако точность вычисления  $\rho_{2N}$  при этом падает.

Приближенные радиусы кривизны продольной нейтральной линии стального листа в точках его касания с нечетными рабочими роликами листопрямильной машины равны

$$\rho_{2i+1} = -\frac{t^2}{12(H_{2i} + H_{2i+2})}, \quad i = 1, \dots, N-1.$$

*Замечание 4.* Можно также положить приближенные нечетные радиусы кривизны равными

$$\rho_{2i+1} = -\frac{t^2}{48} \left( \frac{1}{H_{2i}} + \frac{1}{H_{2i+2}} \right), \quad i = 1, \dots, N-1.$$

Однако точность вычисления нечетных радиусов кривизны в этом случае аппроксимации падает (особенно на последних нечетных роликах, где радиусы кривизны листа принимают большие значения).

При упругом изгибе ( $\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ ) листа коэффициент пружинения  $\beta(\rho) = \infty$ , где  $\rho$  – радиус кривизны стального листа. При пластическом изгибе ( $\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ ) коэффициент пружинения стального листа равен [3, 4, 7]

$$\beta(\rho) = \frac{1}{\left(1 - \frac{\Pi_p + \Pi_c}{2E}\right) \left(1 - 2\frac{\rho\sigma_T}{hE}\right)^2 \left(1 + \frac{\rho\sigma_T}{hE}\right)}.$$

Приближенное значение радиуса кривизны на последнем рабочем ролике равно

$$\rho_{2N+1} = \beta(\rho_{2N}) \rho_{2N}.$$

При пластическом изгибе ( $\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ ) изгибающий момент стального листа равен [3, 4, 7]

$$M(\rho) = \frac{bh^2\sigma_T}{12} \left( 3 - 4 \left( \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \right) + \frac{bh^3(\Pi_p + \Pi_c)}{24\rho} \left( 1 - 2 \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \left( 1 + \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right).$$

При упругом изгибе ( $\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ ) изгибающий момент стального листа равен [1–7]

$$M(\rho) = \frac{bh^3E}{12\rho}.$$

В точках касания стального листа с рабочими роликами правильной

машины изгибающие моменты листа равны

$$M_1 = 0; \quad M_{2i} = M(\rho_{2i}), \quad i = 1, \dots, N;$$

$$M_{2i+1} = -M(|\rho_{2i+1}|), \quad i = 1, \dots, N-1; \quad M_{2N+1} = 0.$$

**Расчет силовых параметров семироликовой листопрямительной машины.** Пусть  $N_i$ ,  $M_{pi}$  и  $F_{pi}$  ( $F_{pi} = M_{pi}/R$ ) – соответственно реакция опоры, вращательный момент (передаваемый от редуктора) и подающее усилие (сила подачи)  $i$ -го ролика ( $i = 1 \dots 2N+1$ ).

Введем  $2N + 1$  локальных декартовых прямоугольных систем координат  $y-z$  в точках касания листа с рабочими роликами. Оси  $z$  направим по касательной к поверхности роликов слева направо, а оси  $y$  – перпендикулярно к оси  $z$  в сторону центров соответствующих роликов.

Пусть  $y_{ji}$  и  $z_{ji}$  – координаты точек касания листа с  $j$ -ым роликом в  $i$ -ой системе координат. Введем вспомогательные расстояния:

$$\Delta z_{21} = \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \sin \varphi_2, \quad \Delta y_{21} = H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2),$$

$$z_{21} = \Delta z_{21} \cos \varphi_1 + \Delta y_{21} \sin \varphi_1, \quad y_{21} = -\Delta z_{21} \sin \varphi_1 + \Delta y_{21} \cos \varphi_1,$$

$$\Delta z_{32} = \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_3, \quad \Delta y_{32} = H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3),$$

$$z_{32} = \Delta z_{32} \cos \varphi_2 + \Delta y_{32} \sin \varphi_2, \quad y_{32} = -\Delta z_{32} \sin \varphi_2 + \Delta y_{32} \cos \varphi_2,$$

$$\Delta z_{j+1j} = \frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_j - R_0 \sin \varphi_{j+1}, \quad j = 3, \dots, 2N;$$

$$\Delta y_{j+1j} = H_j + H_{j+1} - R_0(1 - \cos \varphi_j) - R_0(1 - \cos \varphi_{j+1}), \quad j = 3, \dots, 2N;$$

$$z_{j+1j} = \Delta z_{j+1j} \cos \varphi_j - \Delta y_{j+1j} \sin \varphi_j, \quad j = 3, \dots, 2N;$$

$$y_{j+1j} = \Delta z_{j+1j} \sin \varphi_j + \Delta y_{j+1j} \cos \varphi_j, \quad j = 3, \dots, 2N.$$

Проекции главных векторов сил в точках касания листа с роликами равны

$$F_{01y} = N_1 \cos \varphi_1 - F_{n1} \sin \varphi_1, \quad F_{01z} = N_1 \sin \varphi_1 + F_{n1} \cos \varphi_1,$$

$$F_{02y} = F_{01y} - N_2 \cos \varphi_2 + F_{n2} \sin \varphi_2, \quad F_{02z} = F_{01z} + N_2 \sin \varphi_2 + F_{n2} \cos \varphi_2,$$

$$F_{0j+1y} = F_{0jy} + (-1)^j N_{j+1} \cos \varphi_{j+1} + (-1)^j F_{nj+1} \sin \varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N - 2;$$

$$F_{0j+1z} = F_{0jz} - N_{j+1} \sin \varphi_{j+1} + F_{nj+1} \cos \varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N - 2.$$

Добавки к реакциям сил в точках касания листа с роликами равны

$$\Delta N_2 = -F_{01y} \cos \varphi_2 + F_{01z} \sin \varphi_2, \quad \Delta F_{n2} = F_{01y} \sin \varphi_2 + F_{01z} \cos \varphi_2,$$

$$\Delta N_{j+1} = (-1)^j F_{0jy} \cos \varphi_{j+1} - F_{0jz} \sin \varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N - 1;$$

$$\Delta F_{nj+1} = (-1)^j F_{0jy} \sin \varphi_{j+1} + F_{0jz} \cos \varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N - 1.$$

Нормальные реакции рабочих роликов в точках касания с листом равны

$$N_1 = \frac{M_2 - F_{n1} y_{21}}{z_{21}},$$

$$N_j = \frac{(-1)^j (-M_{j+1} + M_j) - F_{пj} y_{j+1j} - \Delta N_j z_{j+1j} - \Delta F_{пj} y_{j+1j}}{z_{j+1j}}, \quad j = 2, \dots, 2N;$$

$$N_{2N+1} = \frac{M_{2N} - F_{п2N+1} (z_{2N+12N} \sin(\varphi_{2N} + \varphi_{2N+1}) - y_{2N+12N} \cos(\varphi_{2N} + \varphi_{2N+1}))}{z_{2N+12N} \cos(\varphi_{2N} + \varphi_{2N+1}) + y_{2N+12N} \sin(\varphi_{2N} + \varphi_{2N+1})}.$$

Вертикальная сила (сила верхней кассеты роликов) давления верхней кассеты роликов на стальной лист равна

$$F_{\text{верх}} = N_2 \cos \varphi_2 - F_{п2} \sin \varphi_2 + \sum_{i=2}^N (N_{2i} \cos \varphi_{2i} + F_{п2i} \sin \varphi_{2i}).$$

Вертикальная сила давления листа на нижнюю кассету роликов равна

$$F_{\text{нижн}} = N_1 \cos \varphi_1 - F_{п1} \sin \varphi_1 + \sum_{i=1}^N (N_{2i+1} \cos \varphi_{2i+1} + F_{п2i+1} \sin \varphi_{2i+1}).$$

**Выводы.** Предложен приближенный метод расчета кривизны продольной нейтральной линии листа, изгибающих моментов листа и реакций рабочих роликов при холодной правке стального листа на  $(2N + 1)$ -роликовой листопрямительной машине. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству стального листа.

#### Список литературы

1. Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката. – М.: Металлургия, 1988. – 680 с.
2. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов. – М.: Металлургия, 1987. – 480 с.
3. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
4. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямительной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2-2. С. 134-141.
5. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57-64.
6. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50-58.
7. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60-76.

## РАСЧЕТ РЕАКЦИЙ ТРЕХ ВАЛКОВ ВАЛЬЦОВ ЛИСТОГИБОЧНЫХ

**Шинкин В.Н.**

профессор кафедры физики, доктор физико-математических наук,  
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,  
Россия, г. Москва

Предложен метод определения оптимальных технологических параметров гибки металлического листа на вальцах листогибочных трехвалковых.

*Ключевые слова:* металлический лист, вальцы листогибочные трехвалковые, кривизна поверхности листа, упругопластическая деформация.

**Математическая модель вальцов трехвалковых.** Вальцы листогибочные трехвалковые применяются для производства изделий цилиндрической, овальной и конической формы путем гибки листового металла. С помощью них изготавливают трубы, желоба, элементы воздухопроводов, обечайки, бочки и всевозможные кожухи [1–7].

В работе автора [3] была предложена методика вычисления кривизны  $\varepsilon$  (радиуса кривизны  $\rho$ ) стального листа при изгибе в вальцах трехвалковых. Поэтому далее мы будем считать, что радиусы кривизны листа, углы и координаты точек касания листа с роликами нам уже известны.

Пусть  $t$  – шаг между нижними валками;  $H_i$  – величина обжатия срединной поверхности стального листа на  $i$ -ом валке,  $h$  – толщина стального листа,  $R$  – радиус валков,  $R_0 = R + h/2$ ;  $\sigma_T$ ,  $E$ ,  $\Pi_p$  и  $\Pi_c$  – предел текучести, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии;  $\rho_i$  и  $\varepsilon_i = 1/\rho_i$  – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с валками,  $\varphi_i$  – углы точек касания листа и валков ( $i = 1, 2, 3$ ) (рис. 1).

Не ограничивая общности будем считать, что нижние валки лежат на одном уровне ( $H_1 = H_3 = 0$  м).

При пластическом изгибе стального листа ( $\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ ) изгибающий момент в поперечном сечении листа равен [3, 4, 7]

$$M(\rho) = \frac{bh^2\sigma_T}{12} \left( 3 - 4 \left( \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \right) + \frac{bh^3(\Pi_p + \Pi_c)}{24\rho} \left( 1 - 2 \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \left( 1 + \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right).$$

При упругом изгибе стального листа изгибающий ( $\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$ ) момент в поперечном сечении листа равен [1–7]

$$M = \frac{bh^3E}{12\rho}.$$



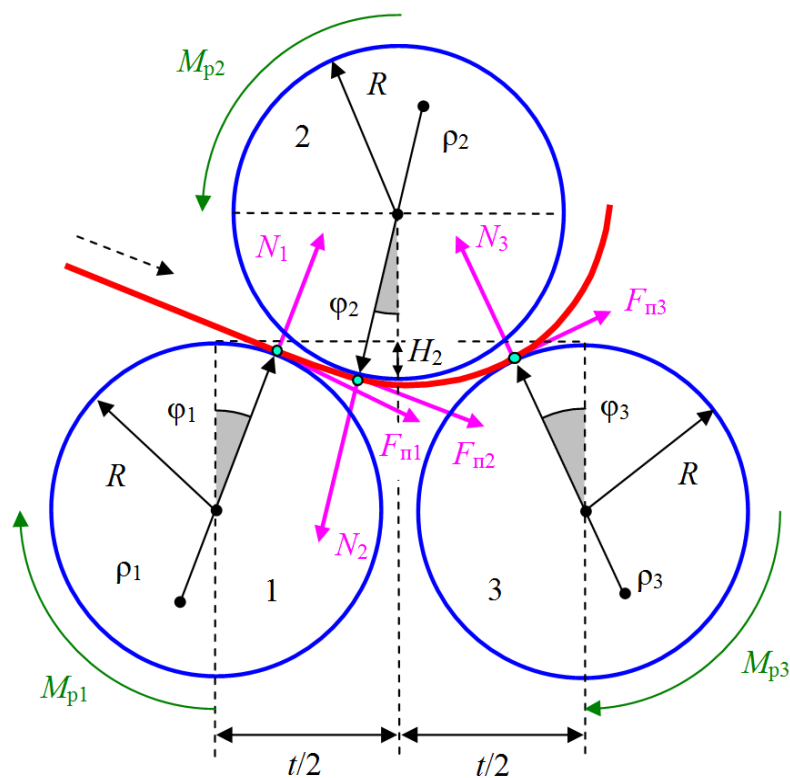


Рис. 1. Силовые факторы, действующие на лист

Пусть  $M_i$  – изгибающий момент стального листа в точках его касания с валками вальцов:

$$M_1 = 0, \quad M_2 = M(\rho_2), \quad M_3 = 0.$$

**Расчет силовых параметров вальцов трехвалковых.** Пусть  $N_i$ ,  $M_{pi}$  и  $F_{\pi i}$  ( $F_{\pi i} = M_{pi}/R$ ) – соответственно реакция опоры, вращательный момент (передаваемый от редуктора) и подающее усилие (сила подачи)  $i$ -го валка ( $i = 1, 2, 3$ ).

Введем три локальных декартовых прямоугольных систем координат  $y-z$  в точках касания листа с валками. Оси  $z$  направим по касательной к поверхности валков слева направо, а оси  $y$  – перпендикулярно к оси  $z$  в сторону центров соответствующих валков.

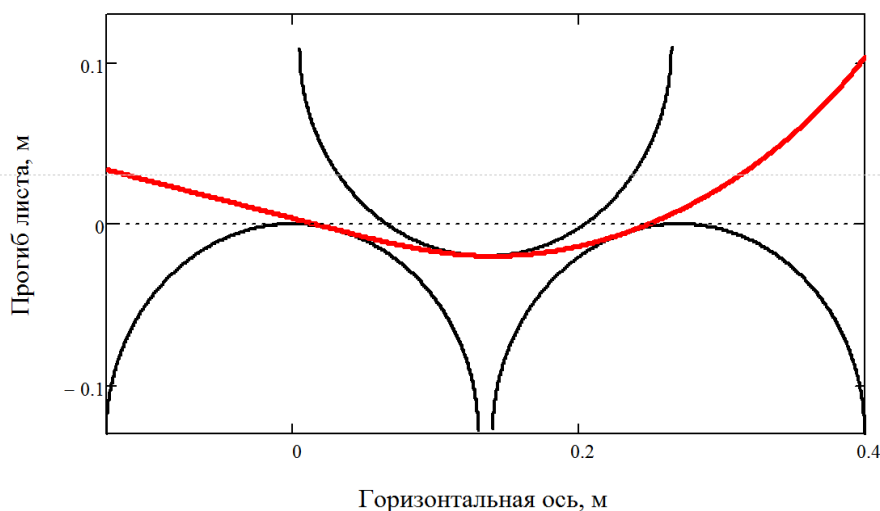


Рис. 2. Прогиб листа между тремя валками вальцов

Пусть  $y_{ji}$  и  $z_{ji}$  – координаты точек касания листа с  $j$ -ым валком в  $i$ -ой системе координат.

Введем вспомогательные расстояния:

$$\Delta z_{21} = \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_2, \quad \Delta y_{21} = H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2),$$

$$z_{21} = \Delta z_{21} \cos \varphi_1 + \Delta y_{21} \sin \varphi_1, \quad y_{21} = -\Delta z_{21} \sin \varphi_1 + \Delta y_{21} \cos \varphi_1,$$

$$\Delta z_{32} = \frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_3, \quad \Delta y_{32} = H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3),$$

$$z_{32} = \Delta z_{32} \cos \varphi_2 - \Delta y_{32} \sin \varphi_2, \quad y_{32} = \Delta z_{32} \sin \varphi_2 + \Delta y_{32} \cos \varphi_2,$$

Проекции главных векторов сил в точках касания листа с валками равны

$$F_{01y} = N_1 \cos \varphi_1 - F_{п1} \sin \varphi_1, \quad F_{01z} = N_1 \sin \varphi_1 + F_{п1} \cos \varphi_1.$$

Добавки к реакциям сил в точках касания листа с валками равны

$$\Delta N_2 = -F_{01y} \cos \varphi_2 - F_{01z} \sin \varphi_2, \quad \Delta F_{п2} = -F_{01y} \sin \varphi_2 + F_{01z} \cos \varphi_2,$$

Нормальные реакции валков в точках касания с листом равны

$$N_1 = \frac{M_2 - F_{п1} y_{21}}{z_{21}},$$

$$N_2 = \frac{M_2 - F_{п2} y_{32} - \Delta N_2 z_{32} - \Delta F_{п2} y_{32}}{z_{32}},$$

$$N_3 = \frac{M_2 + F_{п3}(-z_{32} \sin(\varphi_2 + \varphi_3) + y_{32} \cos(\varphi_2 + \varphi_3))}{z_{32} \cos(\varphi_2 + \varphi_3) + y_{32} \sin(\varphi_2 + \varphi_3)}.$$

Вертикальная сила давления второго валка на стальной лист равна

$$F_{\text{верх}} = N_2 \cos \varphi_2 + F_{п2} \sin \varphi_2.$$

Вертикальная сила давления первого и третьего валков на стальной листа равна

$$F_{\text{нижн}} = N_1 \cos \varphi_1 - F_{п1} \sin \varphi_1 + N_3 \cos \varphi_3 + F_{п3} \sin \varphi_3.$$

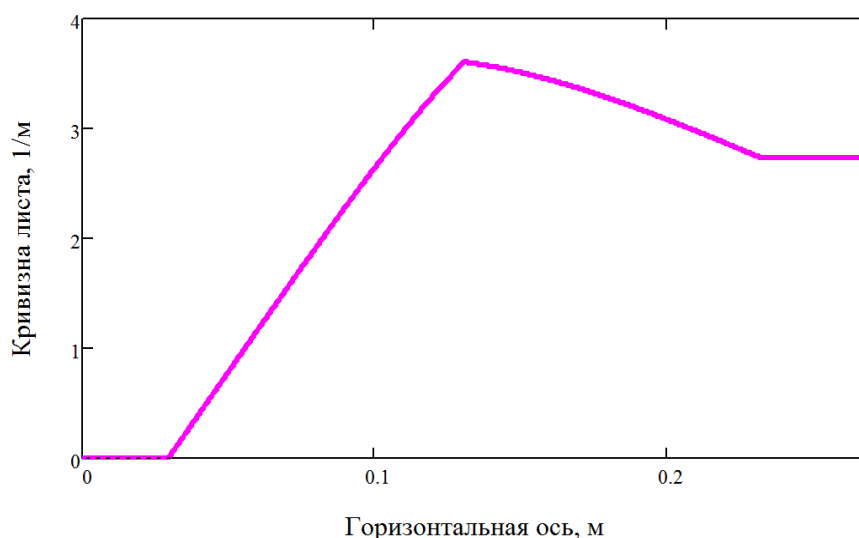


Рис. 3. Кривизна срединной линии листа

Решая систему уравнений при  $t = 0,27$  м,  $R = 0,125$  м,  $h = 0,01$  м,  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па,  $\sigma_T = 500 \cdot 10^6$  Па,  $b = 1,8$  м,  $H_2 = 0,02$  м и  $1/\rho_1 = 0$  м<sup>-1</sup>, получаем  $\rho_2 = 0,27731$  м,  $\rho_3 = 0,36563$  м,  $\varphi_1 = 13,025^\circ$ ,  $\varphi_2 = 1,981^\circ$ ,  $\varphi_3 = 17,053^\circ$ ,  $M_2 = 26,132$  кН·м,  $N_1 = 256,457$  кН,  $N_2 = 497,603$  кН,  $N_3 = 258,034$  кН,  $F_{\text{верх}} \approx F_{\text{нижн}} = 497,474$  кН (рис. 2 и 3).

**Заключение.** Получен метод расчета силовых параметров изгиба стального листа на вальцах трехвалковых. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах при производстве стальных труб.

#### Список литературы

1. Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката. – М.: Металлургия, 1988. – 680 с.
2. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов. – М.: Металлургия, 1987. – 480 с.
3. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
4. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямительной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2-2. С. 134-141.
5. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57-64.
6. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50-58.
7. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60-76.

---

Подписано в печать 10.02.2017. Гарнитура Times New Roman.

Формат 60×84/16. Усл. п. л. 9,02. Тираж 500 экз. Заказ № 49

ООО «ЭПИЦ ЕНТР»

308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1

ИП Ткачева Е.П., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а